

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA FORESTAL

PROYECTO FIN DE CARRERA

BIOLOGÍA Y MÉTODOS DE CONTROL PARA *MONOCHAMUS*
GALLOPROVINCIALIS, OLIVIER, 1975 (COLEPOTERA:
CERAMBYCIDAE) EN LA SIERRA DE GREDOS ABULENSE



JAVIER MUÑOZ SALDAÑA

TUTOR DEL PROYECTO:
PABLO COBOS SUÁREZ

Enero 2012

Agradecimientos

Primeramente, he de agradecer a mi tutor Pablo Cobos, el haberme permitido llevar a cabo este proyecto bajo su dirección, ya que fue el primero que, tras petición mía, impulsó el comienzo del mismo, y dado que mi deseo era llevar a cabo un trabajo de esta temática o similar. Por ello, también tengo que dar las gracias a todos los integrantes de la Cátedra de Zoología de la Escuela por atenderme cuando pensaba en posibilidades para realizar el Proyecto, y por la ayuda brindada cuando ya nos decidimos por el presente trabajo; especialmente importantes fueron las aclaraciones de Guadalupe y del propio Pablo, sobre las identificaciones de las diferentes especies de coleópteros.

También merece una mención especial mi “compañero de viaje” en esta experiencia, Eudaldo González Rosa (“Lalo”), sin el cual no hubiera sido posible el excelente trabajo de campo llevado a cabo durante el año 2011. Le estoy muy agradecido por la gran implicación que ha mostrado desde el principio, por sus visitas conmigo al campo, sus consejos y aportaciones al trabajo (una parte importante del material fotográfico utilizado es suyo), y sobre todo por todo el tiempo que ha dedicado para esto (siempre sacándolo de donde no lo había, y especialmente en los fines de semana). Espero que este trabajo, lo obtenido en él, le sirva al menos una mínima parte, de lo que ha supuesto para mí. También agradecer a la Administración el habernos autorizado la realización del trabajo, y facilitarnos parte del material para ello, en gran parte debido a la intermediación de Lalo; incluyo aquí a todo el personal que de alguna forma u otra ha colaborado (Ministerio de Medio Ambiente, Delegación de la Junta de Castilla y León en Ávila, etc.).

A mi padre, Pablo Muñoz, pues sin su apoyo también hubiera sido difícil llevar a buen término este trabajo; le debo agradecer enormemente el haberme acompañado a todas las revisiones de campo en las que le necesité, al final nos las apañamos bien recolectando “bichos”. Igualmente a toda mi familia en general, por los ánimos y el apoyo prestado durante el transcurso (que no ha sido corto) de esta experiencia.

A mis amigos y compañeros de la carrera, en especial para Ángel y Mahmud, con los que más he coincidido durante este último año, y que ya han acabado el suyo cuando yo entregue este Proyecto. ¡Lo conseguimos¡¡.

Gracias a todos por todo.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. <i>Monochamus galloprovincialis</i>	6
1.1.1. Descripción de la especie.....	6
1.1.2. Área de distribución.....	9
1.1.3. Importancia económica.....	9
1.2. <i>Monochamus galloprovincialis</i> y el nematodo de la madera del pino <i>Bursaphelenchus xylophilus</i>	11
1.2.1. <i>Bursaphelenchus xylophilus</i> . Descripción, distribución y daños.....	11
1.2.3. Asociación entre <i>M. galloprovincialis</i> y <i>B. xylophilus</i>	15
1.2.4. Estudios llevados a cabo en España sobre <i>Monochamus galloprovincialis</i> ; Curvas de Vuelo y Potencial de dispersión.....	17
 2. OBJETIVOS.....	 19
 3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	 20
3.1. Área de estudio.....	20
3.1.1. Descripción del área de estudio.....	20
3.1.2. Coordenadas geográficas de las trampas.....	23
3.2. Sistemas de trapeo utilizados.....	27
3.2.1. Descripción de las trampas utilizadas.....	27
3.2.2. Descripción de los atrayentes utilizados.....	29
3.2.3. Descripción del proceso de revisiones.....	30
 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	 31
4.1. Resultados del seguimiento de <i>Monochamus galloprovincialis</i>	31

4.1.1. Capturas totales por trampa y por revisión.....	31
4.1.2. Capturas medias por trampas para las cuatro situaciones consideradas: Zona con o sin influencia del incendio, y trampas con o sin líquido.....	45
4.1.3. Capturas totales: evolución en el tiempo y comparativa según zonas....	50
4.2. Aparición destacada de otras especies.....	52
4.2.1. Incidencia del trampeo sobre depredadores de escolítidos.....	54
4.2.2. Principales cerambícidos capturados.....	60
4.2.3. Relación de todos los órdenes de insectos aparecidos.....	62
4.3. Curva de vuelo de <i>Monochamus galloprovincialis</i> frente a TMÁX d.....	63
4.4. Idoneidad, efectividad y selectividad de las trampas utilizadas.....	66
 5. CONCLUSIONES.....	 70
 6. BIBLIOGRAFÍA.....	 72
 ANEXOS.....	 79
ANEXO I: DATOS CLIMATOLÓGICOS UTILIZADOS.....	80
ANEXO II: CORTAS FORZOSAS DEBIDO AL INCENDIO DE 2009 EN LOS MONTES DE EL ARENAL.....	88

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del ámbito de la patología forestal, considerando elementos bióticos implicados, podemos destacar dos grupos principales: los hongos y los insectos. Efectivamente, los desequilibrios más frecuentes que se registran en los montes a cargo de los seres vivos, son los ocasionados por los hongos patógenos y por los insectos fitófagos (Romanyk y Cadahía, 2001); la aparición masiva, por la razón que sea, de los últimos, ocasiona el fenómeno denominado plaga. Las plagas de insectos, sin restar importancia al resto de agentes dañinos del bosque, han producido a lo largo de la historia, verdaderas catástrofes forestales, y aún en la actualidad, con todos los adelantos técnicos que existen para su control y combate, se registran con relativa frecuencia, daños incalculables ocasionados por los insectos (Romanyk y Cadahía, 2001).

La casuística de las plagas forestales es extremadamente complicada y diversa, y en consecuencia, así lo son los métodos aplicables para su control, erradicación, etc.; encontramos desde aquellos insectos que forman plagas endémicas en zonas determinadas, generalmente asociadas a condiciones muy favorables del medio, y que afectan de manera constante e ininterrumpida a dichas zonas o regiones, hasta los que de forma súbita y cíclica en el tiempo, aparecen con una virulencia extraordinaria, ocasionando las llamadas plagas epidémicas, con una concurrencia menor que las anteriores, pero con un efecto, si cabe, más devastador.

Otras clasificaciones recurrentes serían:

- La diferenciación basada en el poder de ataque de los patógenos, considerándose plagas primarias aquellas capaces de colonizar huéspedes en perfecto estado sanitario y que vegetan en óptimas condiciones, y plagas secundarias, aquellas que solo surgen cuando el huésped ya está debilitado o muerto, debido a factores como ataques previos de otros patógenos (insectos, hongos, nematodos...), daños estructurales o fisiológicos debido al fuego o al viento, o malas condiciones de estación (suelo, clima, etc.) para la masa forestal.
- La separación de los insectos en grupos en base al daño que provocan sobre el fitohuésped, y en qué parte se produce dicho daño; así, numerosísimas especies plaga se alimentan ávidamente sobre los vegetales, son los fitófagos, entre los que hay comedores de polen o de flores (antófagos), y de hojas (defoliadores); otros se alimentan de los jugos de las plantas y se denominan chupadores, muchos se nutren de la madera, son los xilófagos o perforadores, y finalmente hay especialistas comedores de raíces (radicícolas), corteza (corticícolas), o frutos (carpófagos) (Romanyk y Cadahía, 2001).

En este sentido, los daños más peligrosos serían los ocasionados por plagas primarias, y que afectaran a la circulación de la savia, es decir, los producidos por insectos taladradores o perforadores, que viven bajo la corteza de los árboles, lo que dificulta enormemente su control y erradicación con los métodos más convencionales, como son los químicos (insecticidas) o los físicos (mecánicos o calóricos).

Afortunadamente, muchos de los perforadores más dañinos, como los escarabajos escolítidos (*Scolytidae*) y cerambícidos (*Cerambycidae*), sólo aparecen masivamente y pueden considerarse perjudiciales, cuando el estado de la masa forestal no es el adecuado (en condiciones equilibradas del monte, incluso resultan vitales por el papel de descomponedores y recicladores de la materia vegetal que realizan), por lo que en estos casos resultan fundamentales los controles y acciones de carácter preventivo. No obstante, algunas especies de estos grupos, especialmente entre los cerambícidos, son capaces de matar árboles sanos y actuar como plagas forestales primarias (Hanks et al. 1995; Hanks 1999; Smith y Humble 2000; Macleod et al. 2002).

Por tanto, es importante no generalizar de forma exagerada en este tema, y no subestimar el papel como patógeno de cualquier perforador, ya sea por su abundancia y bonanza en determinadas regiones, su amplia distribución, o el papel de plaga de primer orden que puede tomar bajo determinadas circunstancias; estas premisas, las cumple precisamente la especie objetivo del presente estudio, el cerambícido *Monochamus galloprovincialis* (Olivier, 1795), considerado tradicionalmente un perforador secundario por no producir *per se* daños sobre el arbolado sano (Hernández et al. 2011).

La situación de este escarabajo en nuestro país (y por extensión en todo el continente europeo), ha cambiado radicalmente tras la aparición en Portugal y España del parásito de coníferas *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buher), Nematoda, Aphelenchoididae, agente causal de la seca del pino (*pine wilt disease*, PWS) en especies susceptibles, con el resultado fatal en todos los casos de la muerte del pie infectado (Winfield et al. 1982). Y es que la especie *Monochamus galloprovincialis*, ha resultado ser el principal vector del nematodo en Europa, según resultados concluyentes obtenidos de poblaciones de Portugal (Sousa et al. 2001), y al igual que otras especies del género, como *Monochamus alernatus* (Hope, 1842) en todo el este de Asia (Futai 2003).

Así que estudios como el que aquí se presenta se han vuelto vitales, de cara a esclarecer la bioecología del insecto vector, prácticamente desconocida hasta hace pocos años por las razones antes apuntadas; además de dar aproximaciones sobre su biología (al menos en estado adulto) en una región concreta de España, la Sierra de Gredos en Ávila, también se darán conclusiones sobre la efectividad y selectividad de los métodos de estudio (trampeo en el campo) llevados a cabo durante el año 2011.

1.1. *Monochamus galloprovincialis*

1.1.1. Descripción de la especie

Monochamus galloprovincialis pertenece taxonómicamente a la Tribu *Monochamini* (Gistel 1856), de la Subfamilia *Lamiinae* (Latreille 1825), dentro de la Familia *Cerambycidae* (Longicornios o Cerambícidos), una de las familias de coleópteros más extensas, con más de 25.000 especies descritas (Vives 2000); de modo tradicional, viene aceptándose la inclusión de la familia *Cerambycidae* en la Superfamilia *Chrysomeloidea*, que además quedaría formada por otras dos familias, *Chrysomelidae* y *Bruchidae* (Crowson 1955).

Los *Chrysomeloidea* forman un grupo bien separado y bastante homogéneo respecto al resto del Orden *Coleoptera*, claramente incluidos en el Suborden *Polyphaga*, y con las siguientes características (según Vives, 2000):

- No poseen suturas notopleurales en el tórax.
- Tienen tarsos compuestos por cinco tarsómeros (aparentemente tetrasegmentados, por ser el cuarto tarsómero muy pequeño y generalmente inapreciable (Chinery 2001, a partir de Crowson)).
- Suturas gulares muy bien marcadas y separadas, tanto en imagos como en sus larvas.
- El órgano copulador masculino o edeago, es de tipo *cucujoideo*, con parámetros no articulados, y un segmento genital en forma de *spiculum gastrale* (Lawrence y Newton 1995).

Por su parte, los *Cerambycidae*, siguiendo el criterio general de Crowson (1955) de considerarlos incluidos dentro del anterior grupo, presentan las siguientes características morfológicas generales:

- Adultos:
 - Antenas insertas en tubérculos prominentes y de longitud mayor de los 2/3 de la longitud corporal, generalmente formadas por 11 artejos (raramente por 12, como en *Prionus* y *Agapanthia* (Serville 1835)) y de mayor longitud en los machos que en las hembras, con aspecto muy diverso: pectinadas, espinosas, pubescentes, con pinceles de seda, etc.
 - Ojos fuertemente escotados, casi divididos en 2 partes por las inserciones antenales.
 - Cuerpos alargados u ovalados; el tórax está formado por un pronoto muy desarrollado, generalmente de forma cónica o cilíndrica, con lados espinosos en algunos grupos, y con surcos longitudinales o tubérculos en la parte superior central o disco. En general, el protórax

proporciona muy buenos caracteres para ordenar la sistemática de los distintos grupos de longicornios (Vives 2000).

- Patas finas, largas y poco variables; tibias a menudo con dos espolones apicales más o menos desarrollados.
- Larvas:
- Cabeza fuertemente esclerotizada y notablemente hundida en el protórax, con mandíbulas robustas y de longitud variable.
 - Cuerpo alargado y estrecho, subcilíndrico o aplanado, casi despigmentado; el protórax es, sin excepción, el segmento más ancho y mejor desarrollado.
 - Segmentos abdominales (10) de perfil convexo muy aparente, provistos a partir del séptimo, de protuberancias denominadas ampollas ambulatorias o tergaes.

Monochamus galloprovincialis es, basándonos en la descripción de Vives (2000), un cerambícido de tamaño medio, alcanzando una longitud de entre 17 a 25 mm. La coloración es pardo negruzca o rojiza; suele estar recubierto por un tomento grisáceo en forma de manchas irregulares. La cabeza es grande, casi rugosa, y lleva dos antenas pardo – rojizas recubiertas de tomento grisáceo muy aparente en las hembras; generalmente son muy largas las de los machos (sobrepasando la longitud del cuerpo a partir del sexto artejo), y mucho más cortas las de las hembras, justo sobrepasan el ápice elitral.



Figura 1.1. Ejemplar adulto hembra de *Monochamus galloprovincialis*, en zona afectada por incendio (El Arenal, 2009). Fotografía de Eudaldo González Rosa.

El pronoto es transverso y convexo; está fuertemente punteado y estriolado, provisto de protuberancias laterales agudas muy salientes; posee el mismo tomento que el de la cabeza, generalmente más ocráceo en el disco. La pubescencia del escudete es el principal carácter diferenciador entre ésta y la especie afín *Monochamus sutor* (Linnaeus, 1758); en *M. galloprovincialis*, el escudete tan sólo presenta una pequeña área triangular basal desnuda. Los élitros, largos y subparalelos, están redondeados en el ápice; son más acuminados en los machos que en las hembras; la base es muy granulosa y el resto punteado. Se encuentran recubiertos por un tomento gris, que forma tres bandas desdibujadas más claras, entre las que existen zonas de tomento ocráceo dorado.



Figura 1.2. Detalle de la pubescencia del escudete, y del diseño de pronoto y elitros de *Monochamus galloprovincialis* (El Arenal, 2009). Fotografía de Eudaldo González Rosa.

Las larvas viven sobre diversas coníferas, principalmente sobre *Pinus halepensis*, pero también sobre otras especies de los géneros *Pinus*, *Abies* y *Picea*, generalmente en las ramas secas o cortadas, de tamaño mediano. Inicialmente son subcorticales, y en los dos períodos finales de su desarrollo pasan al interior de la madera, donde pupan a finales de septiembre; así, pasan el invierno, en forma pupal o de imago, dentro de su celda pupal, que queda aislada bajo la corteza por un grueso tapón de fibras de madera. Los adultos aparecen de junio a agosto del siguiente año, vuelan a pleno sol, pero también poseen actividad nocturna cuyo objetivo es el apareamiento; en ocasiones, motivado por condiciones climáticas frías, el ciclo biológico puede tardar dos años en completarse (Perris 1856, Feytaud 1950, Vives 2000).

1.1.2. Área de distribución

Esta especie aparece ampliamente distribuida por Europa central y meridional, norte de África, Cáucaso, Siberia, Mongolia y China. En la fauna ibérica se encuentra por toda la región mediterránea propia del pino de Aleppo (*Pinus halepensis*), alcanzando también zonas de alta montaña, donde convive con *Monochamus sutor*; vive en Baleares y Pitiusas (Palmer y Petitpierre 1993), y al parecer es mucho más rara en la zona bética y en la vasco-cantábrica. En el área mediterránea es bastante común (Vives 1984; Castro y Blanco 1993, González 1995; Vives 2000); en la Península Ibérica y Baleares se encuentra extendido por casi todas las zonas de pinar de llanura y media montaña (Hernández et al. 2011).

1.1.3. Importancia económica

Como primera consideración, hay que decir que la acción de los longicornios de forma global, se puede considerar más beneficiosa que perjudicial, especialmente en las biomásas forestales, donde reconvierten un volumen considerable de madera muerta en materia asimilable que se reincorpora al suelo, actuando entonces como eficaces transformadores primarios (Vives 2000). Así, los daños que pueden ocasionar de forma directa serán casi siempre leves y concentrados en unos pocos vegetales o cúmulos de madera; como excepciones, se pueden citar los ataques masivos sobre árboles quemados (cuyas causas estarían principalmente en el incendio y el desequilibrio consiguiente de la masa forestal), o los daños indirectos cuando el cerambícido actúa como vector de otro organismo patógeno y altamente virulento, dos situaciones que se cumplen con especies del género *Monochamus*.

En cualquier caso, ya sea por estar ligados los estadios larvales a la madera y tallos de vegetales, o por haberse acreditado el estatus de plaga relevante (forestal o agrícola) para varias especies de cerambícidos, estos siempre deben estar bien estudiados y controlados; como métodos de control se pueden citar el descortezado y secado al sol durante varios días de troncos potenciales para albergar larvas, que de esta forma mueren, o la instalación en las masas forestales de trampas con cebos, ya sean lumínicos o con sustancias químicas atrayentes (feromonas de los propios insectos, o provenientes de las resinas de los árboles), que permiten coleccionar fácilmente distintas especies de longicornios que frecuentan un biotopo concreto.

En España, como cerambícidos de interés en el ámbito de las plagas forestales, y según la obra *Sanidad Forestal: Guía en Imágenes de Plagas, Enfermedades y otros agentes presentes en los bosques* (Muñoz et al. 2003), tenemos a: *Acanthocinus aedilis* (Linnaeus, 1758), *Cerambyx cerdo mirbeckii* (Lucas,

1842), *Compsidia populnea* (L. 1758), ***Monochamus galloprovincialis*** (Olivier, 1795), *Phoracantha semipunctata* (Fabricius, 1775), *Saperda carcharias* (L. 1758), y *Semanotus laurasi* (Lucas, 1852).

Todas las especies del género *Monochamus* (unas 130, ampliamente distribuidas a nivel mundial, con dos presentes en la fauna ibérica: *M. galloprovincialis* y *M. sutor* (Vives 2000)), presentan un comportamiento xilófago, siendo común su aparición en masas boscosas con presencia de árboles moribundos o recién muertos, así como zonas de acumulación de madera de coníferas como consecuencia de incendios o catástrofes naturales. Debido a que presenta principalmente este comportamiento de ataque a ejemplares debilitados o en decaimiento, *M. galloprovincialis*, ha sido considerado siempre un parásito secundario.



Figura 1.3. Pila de madera de *Pinus pinaster*, procedente de árboles quemados por incendio; resulta un peligroso foco de atracción para *Monochamus galloprovincialis* y otros xilófagos oportunistas (El Arenal, 2011). Fotografía de Javier Muñoz Saldaña.

Sin embargo, esta consideración de plaga secundaria no relevante ha cambiado radicalmente para esta especie en España, dada su calidad de principal vector natural de propagación del nematodo del pino (*Bursaphelenchus xylophilus*) en nuestro país (Hernández et al. 2011). La aparición de *Bursaphelenchus*, oriundo de Norteamérica, tanto en Portugal (primera cita en Setúbal (Mota et al. 1999)) como en España (en Cáceres en

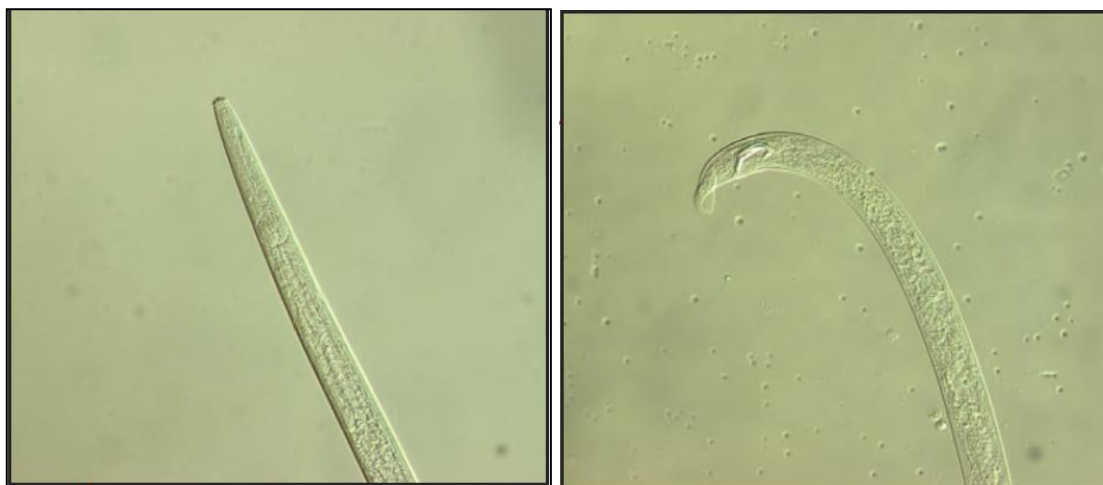
2008 (EPPO, 2010a), y posteriormente en Pontevedra en 2010 (EPPO, 2010b), y su potencial dañino para los pinares europeos, en particular los mediterráneos (Cadahía 1999), ha convertido a *Monochamus galloprovincialis*, en uno de los insectos plaga más a tener en cuenta en la actualidad, dada la importancia de sus individuos en la propagación del nematodo, en gran parte debida a la estrecha relación que existe entre la biología de ambos organismos, y de cara a la normativa europea para la erradicación de *Bursaphelenchus xylophilus* en los focos de nueva aparición (Hernández et al. 2011).

1.2. *Monochamus galloprovincialis* y el nematodo de la madera del pino *Bursaphelenchus xylophilus*

En este apartado, se detalla la biología de estas dos especies, y como se relacionan entre ellas, para entender la magnitud del problema que supone *Monochamus galloprovincialis* como vector del nematodo y de la enfermedad del marchitamiento de los pinos

1.2.1. *Bursaphelenchus xylophilus*. Descripción, distribución y daños

Bursaphelenchus xylophilus es un nematodo delgado, de pequeño a largo, con las siguientes características generales: los machos tienen espículas largas, extraordinariamente arqueadas, mientras que las hembras presentan cola subcilíndrica, con terminación de ampliamente redondeada a digitada, y vulva con un labio anterior ancho y solapado. La mayoría de sus poblaciones pueden distinguirse de otras especies del género por estos caracteres, si bien la identificación más fiable es la realizada por métodos biológicos moleculares.



Figuras 1.4. y 1.5. Detalle de la región anterior de una hembra de *Bursaphelenchus xylophilus*, y de la cola de un macho, con la espícula arqueada. Fotografías extraídas de la publicación de Información Técnica sobre el Nematodo del Pino, de la Dirección General de Gestión Forestal, Gobierno de Aragón (Sousa y Mansilla, 2008).

Desde el año 1934 ya se conocía la presencia de este nematodo parásito de coníferas en su territorio nativo, Norteamérica, donde se encuentra ampliamente distribuido en Canadá y USA; con un carácter de plaga endémica, no causa daños de importancia en los pinos autóctonos, aunque sí se detectan daños locales, como decaimiento y muerte, en algunas especies de pino exóticas. Los insectos vectores más relevantes en su área de origen son los cerambícidos *Monochamus caroliniensis* Olivier y *M. scutellatus* Say (Cadahía 1999).

Todo hace presumir que *B. xylophilus* fue transportado desde Norteamérica a la isla japonesa de Kyushu en madera infestada a principios del siglo XX, soportando esta presunción el hecho de que, como se ha indicado, las especies de coníferas nativas americanas son más resistentes y las japonesas (exóticas) más susceptibles, y así se reconoce actualmente en el ámbito científico (Cadahía 1999). Desde los años treinta, es evidente que el nematodo y la enfermedad que provoca en las especies susceptibles, la seca o marchitamiento de los pinos, se han ido extendiendo por las zonas costeras y de clima más cálido de todo el este asiático (en países como Japón, Corea, China o Taiwán, donde la enfermedad puede alcanzar proporciones epidémicas y ocasionar daños muy importantes), en la mayoría de los casos la presencia de la enfermedad se atribuye al transporte de troncos de pino infectados que fueron introducidos en áreas exentas del nematodo. Además de las condiciones climáticas como altas temperaturas y sequedad, sin duda claves para el aumento de los daños causados por *Bursaphelenchus*, hay que considerar también como factores importantes la disminución de prácticas selvícolas relacionadas con los restos de cortas y podas, y el papel que pueden jugar varias especies de hongos como fuente de alimento, predadores, antagonistas, etc. (Futai, 2003). En Asia, *Monochamus alternatus*, ha resultado ser el vector natural más importante del nematodo (Mamiya y Enda 1972, Mamiya 1984, Futai 2003).

En el territorio europeo, a pesar de todas las medidas de cuarentena y de control adoptadas, *Bursaphelenchus xylophilus*, fue detectado en junio de 1999, cuando Portugal comunicó al resto de los Estados miembros de la UE y a la Comisión Europea que había comprobado que algunas muestras de pinos originarias de su territorio estaban infectadas por el nematodo (Mota et al. 1999); el mismo ya estaba catalogado como organismo de cuarentena en la Unión Europea (*Directiva 77/93 EEC*), ya que el área es susceptible de su establecimiento por poseer especies hospedantes susceptibles, y condiciones climáticas apropiadas en zonas como toda la costa mediterránea y las regiones continentales más secas.

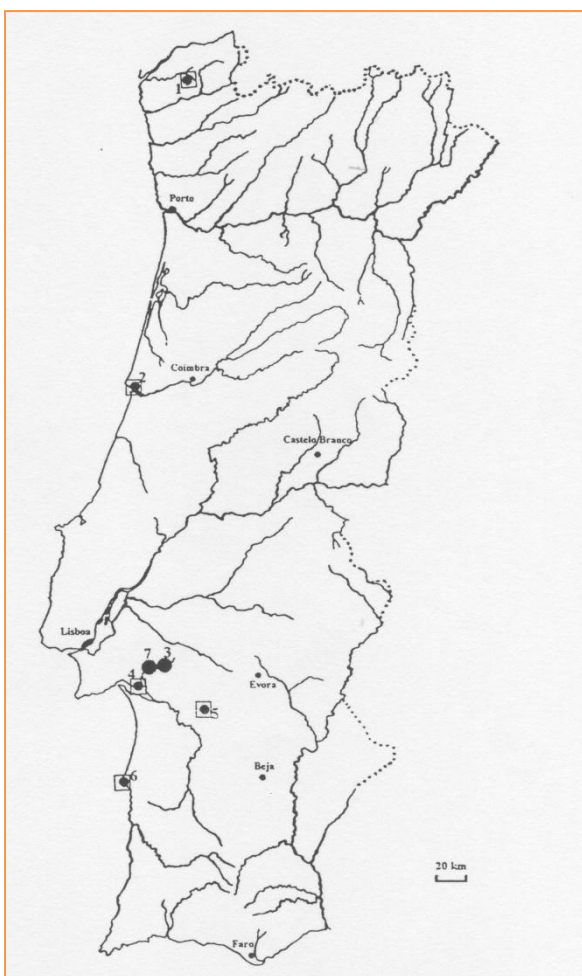


Figura 1.6. Inspecciones en busca de *Bursaphelenchus xylophilus* llevadas a cabo en Portugal en 1999; el nematodo sólo fue encontrado en dos puntos (7 y 3) separados entre sí unos 3 km, sobre unos pocos pies de *Pinus pinaster* que habían muerto recientemente (Mota et al. 1999).

En Portugal, pronto se demuestra la estrecha asociación entre el nematodo y el cerambícido *Monochamus galloprovincialis*; según el trabajo llevado a cabo por Sousa et al. (2001) en zonas portuguesas susceptibles, de un total de 69 insectos capturados, el 54% (18 hembras y 19 machos) estaban infectados con nematodos, con rango de entre unos cientos y unos miles por insecto (medias de 23.000 y 20.000 en ejemplares infectados de hembras y machos

respectivamente). No obstante, también hay trabajos donde la inspección de este y otros cerambícidos capturados no depararon la presencia del nematodo sobre ellos, como el realizado por Abelleira et al. (2007) en Galicia.

De cualquier forma, está bastante claro el alto potencial que presenta *Monochamus galloprovincialis* como vector principal de *Bursaphelenchus xylophilus* en toda Europa; en la naturaleza, y según las regiones, las diferentes especies del género *Monochamus* son los principales dispersores del nematodo, transportándolo de un árbol a otro durante los vuelos del imago en busca de alimento o de lugares apropiados para realizar la puesta (EPPO 2009). En España, la situación se torna si cabe más importante, por la relativa abundancia ya apuntada del cerambícido (no hay estudios respecto a su posible papel como vector para la otra especie presente en nuestro país, *Monochamus sutor* (Linnaeus, 1758), por otra parte con una distribución restringida a la zona pirenaica y sus estribaciones (Vives 2000)), y por la aparición reciente del nematodo, en Cáceres, a 80 km de la frontera con Portugal, y en Pontevedra, en 2008 y 2010 respectivamente (EPPO 2009, 2010). Estos dos focos, actualmente en fase de erradicación, provendrían, supuestamente, de las zonas afectadas de Portugal (Hernández et al. 2011).

Los daños provocados por *Bursaphelenchus* consisten en la marchitez, decaimiento, y muerte de los árboles afectados, enfermedad conocida como “marchitez o seca de los pinos”, atribuida por primera vez al nematodo por Kiyohara y Tokushige (1971). Los síntomas de la enfermedad aparecen generalmente entre los meses de agosto y diciembre, y puede ocasionar la muerte de los pies afectados en apenas 3 meses; el signo externo más aparente es la aparición de ramillos secos distribuidos en el primer tercio superior de la copa. Transcurridos entre 1 y 3 meses (en función de la susceptibilidad de la especie, las condiciones climatológicas, etc.), la totalidad de la copa presenta acículas secas junto con otras a modo de plumero lacio hasta que el árbol muere. Posteriormente, aparecen focos de pies secos por la totalidad de la masa. Estos síntomas, por ser similares a los encontrados para otros problemas patológicos, no son completamente concluyentes por sí solos, por lo que siempre se debe realizar el diagnóstico correspondiente en laboratorio, a partir de muestras de madera de pies afectados (Sousa y Mansilla, 2008). Otra sintomatología adicional, más difícil de detectar *in situ* en el campo, es la cantidad de oleorresina exudada, cuya reducción y cese coincidiría con el inicio de la enfermedad (el nematodo coloniza los canales resiníferos y se alimenta de las células epiteliales que los revisten y de las células del parénquima circundante), y tras 30-40 días de la aparición de estos primeros síntomas, el árbol enfermo muere, pudiéndose mantener las acículas secas en el árbol hasta el siguiente año (Mamiya et al 1973). Se ha demostrado que el desarrollo de la enfermedad difiere con el ambiente, que además modifica por sí mismo la susceptibilidad de los pinos; temperaturas elevadas y déficit hídrico en el periodo vegetativo favorecen la intensidad y la dispersión de la enfermedad (el factor climático clave para el desarrollo tanto de *B. xilophilus* como de *Monochamus* spp. es la temperatura).



Figuras 1.7. y 1.8. Aspecto de una masa forestal infestada por el nematodo del pino. Fotografías extraídas de la publicación de Información Técnica sobre el Nematodo del Pino, de la Dirección General de Gestión Forestal, Gobierno de Aragón (Sousa y Mansilla, 2008).

1.2.1. Asociación entre *M. galloprovincialis* y *B. xylophilus*

El factor clave que explica la eficacia de la propagación natural del nematodo del pino por parte de los cerambícidos, es el solapamiento del ciclo vital de ambos organismos; existen dos ciclos vitales diferentes para *B. xylophilus*, y ambos están bien integrados con el ciclo del insecto vector, en este caso nos centraremos en la especie *M. galloprovincialis*. Además, el nematodo es muy móvil, incluso fuera de un medio acuoso, lo que le permite pasar fácilmente de un trozo de madera a otro, y de la madera al interior del vector, reforzando su gran capacidad dispersiva tanto de forma directa dentro del huésped, como de forma indirecta entre pies distintos.

El ciclo vital genérico para un nematodo endoparásito de plantas, comenzaría con los estados juveniles penetrando en el fitohuésped, para alimentarse de sus células vivas produciendo estructuras en forma de agalla o provocando muerte tisular. El desarrollo es extraordinariamente rápido (tres o cuatro semanas de media en las condiciones ambientales más adecuadas), y la reproducción ocurre dentro del hospedador; la nueva generación de juveniles migra hacia otras plantas, pudiéndose valer para ello de un vector externo (Ruppert y Barnes 1996). En la fase de dispersión, es característica la fase larvaria denominada *DAUER*, diferenciable morfológicamente, y asociada a la respuesta de los nematodos a condiciones adversas (Cassada y Russell 1975).

Particularizando para *B. xylophilus*, se han descrito para esta especie dos ciclos claramente diferentes, denominados propagativo y de dispersión (Wingfield 1983). **En el ciclo vital propagativo**, larvas de cuarto estadio del nematodo son transmitidas a pies seleccionados por *Monochamus* para realizar la oviposición o para alimentarse; en esta fase, la población de nematodos está compuesta por machos, hembras y los cuatro estadios larvarios, y crece de manera extraordinaria: con condiciones adecuadas de temperatura y alimento, una generación (de 1ª fase larval hasta adulto) se puede completar en 4 días (Mamiya 1984). Pasado un tiempo, variable según las condiciones se van empobreciendo (fundamentalmente debido a la disminución de alimento, que puede consistir en células epiteliales y parenquimáticas de los canales resiníferos y otros tejidos vegetales (fase fitófaga), o en hongos invasores de la madera como *Ceratocystis* spp. (fase micófaga), y al aumento exagerado de individuos), el crecimiento de la población cesa, y aparecen larvas denominadas “larvas de 3^{er} estadio de dispersión” (Mamiya 1983).

Con la aparición de esta fase de larvas, que constituye la fase “dauer”, una fase más bien de supervivencia en donde se pueden resistir condiciones adversas, comienza **el ciclo vital dispersivo**. La larva dauer excava en la madera hasta encontrar la cámara pupal de *Monochamus*, y es capaz de introducirse en su sistema traqueal; cuando el escarabajo inmaduro emerge, porta los nematodos, que transmitirá de nuevo durante su alimentación de maduración sexual sobre

ramillos jóvenes de coníferas. Lógicamente, esta última forma de transmisión sólo tiene éxito si el nematodo completa su ciclo y consigue reasociarse con el vector, es decir, el árbol es debilitado o muere, y atrae nuevas poblaciones de *Monochamus* para realizar la puesta (Cadahía 1999).

Cuando no se dan las condiciones ambientales adecuadas, o la especie atacada no es susceptible, los daños son mínimos, y los nematodos son incapaces de multiplicarse y colonizar de forma adecuada el árbol, situación que se da en Norteamérica, territorio nativo de *B. xylophilus*, donde aparecen poblaciones endémicas (Cadahía 1999). En las zonas propicias para el desarrollo de la enfermedad de la seca de los pinos, como el este de Asia, y regiones europeas como Portugal y España, tendremos, sin embargo, las dos formas de transmisión, donde en el caso europeo, jugaría un papel fundamental *Monochamus galloprovincialis*:

1- Transmisión primaria: Las larvas dauer penetran en el árbol sano por las **heridas oca-soianadas por *M. galloprovincialis* al alimentarse sobre las ramas jóvenes de los pinos**; la acción conjunta del ataque de los nematodos (los pies moribundos pueden contener decenas de millones de ellos), la susceptibilidad del huésped, y las condiciones ambientales extremas (sequía y déficit hídrico) acaban por matar al pie afectado.

2- Trasmisión secundaria: Las hembras grávidas de *M. galloprovincialis*, **realizan la puesta sobre ramas muertas, árboles decadentes o muertos recientemente, o sobre el tocón de un árbol recién cortado**; si el pie afectado, estaba previamente colonizado por nematodos, estos podrán introducirse en la pupa del escarabajo, y cuando este complete su desarrollo y emerja, los transportará a otros árboles cercanos.

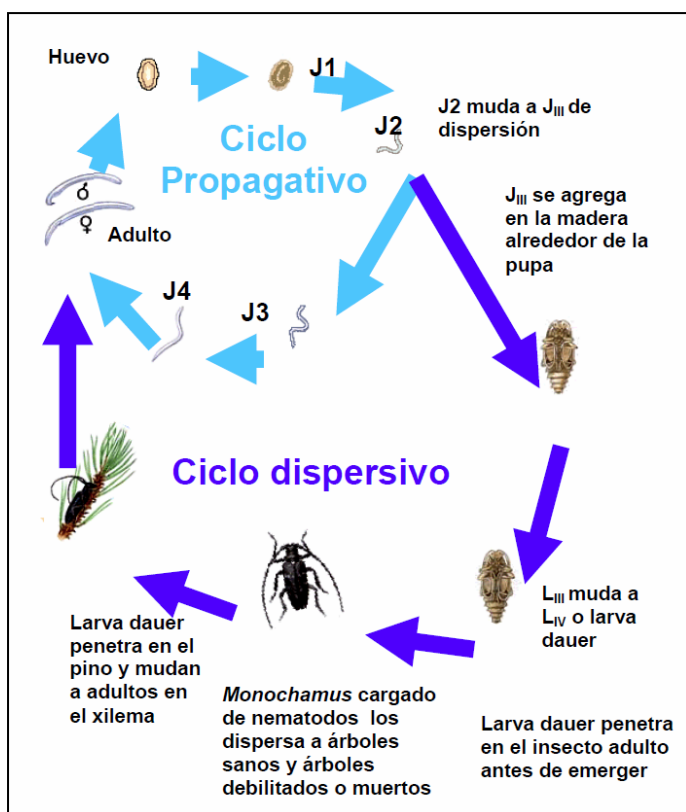


Figura 1.9. Representación de los dos ciclos de *B. xylophilus*, y su asociación con *M. galloprovincialis* (transmisión primaria y

transmisión secundaria). Fuente: How to Identify and Manage Pine Wilt Disease and Treat Wood Products Infested by the Pinewood Nematode, USDA, NA-FR-01-04.

1.3. Estudios llevados a cabo en España sobre *Monochamus galloprovincialis*; Curvas de Vuelo y Potencial de dispersión

Los antecedentes en el estudio de *Monochamus galloprovincialis* en España son prácticamente inexistentes hasta la aparición del nematodo del pino en Portugal, y la demostración de la estrecha asociación entre ambos organismos (Sousa et al. 2001), por lo que se podría decir que ha sido en la última década cuando se ha despertado el interés por este insecto, más si cabe por la detección del nematodo también en España en los años 2008 y 2010. Siendo una especie relativamente común y abundante en nuestro país, su estudio no resulta excesivamente complicado, y han sido numerosos los trabajos aparecidos en los últimos años, con diferentes objetivos, que versan sobre *Monochamus galloprovincialis*. Por supuesto, también en nuestro país vecino Portugal, donde el problema de la seca de los pinos está más extendido, se pueden encontrar estudios similares (ver por ejemplo Sousa et al. 2008).

Los trabajos llevados a cabo hasta la fecha, han perseguido fundamentalmente dos objetivos: conocer la aparición y fluctuaciones de la población en la fase de imago (lo que se conoce como Curva de Vuelo), y estimar la capacidad de vuelo del insecto, como uno de los parámetros más a tener en cuenta al considerar su capacidad dispersiva y al establecer medidas relacionadas con el control de la propagación del nematodo y la enfermedad que transmite (áreas tampón, zonas de cuarentena, etc.).

La obtención de Curvas de Vuelo, en diferentes regiones y con distintas circunstancias (climatología, estado de la masa forestal, etc.), es fundamental para conocer las tendencias comportamentales de *Monochamus galloprovincialis*, y cómo le afectan factores como la temperatura, disponibilidad de más o menos madera apta para la puesta, etc. Por ejemplo, Sousa et al. (2008) encuentran que en la zona afectada por la seca del pino en Portugal (península de Setúbal), se constata una emergencia de adultos significativamente más temprana en los años en los que la temperatura media diaria es más alta, y en trabajos llevados a cabo por la *Conselleria de Medi Ambient i Mobilitat del Govern de les Illes Balears* (2009) en Mallorca, y por González (2010) en Ávila, se obtienen siempre más capturas de imagos de *Monochamus* en las zonas influenciadas por incendios recientes que en aquellas fuera de dicha influencia. Éstas son solo algunas de las útiles conclusiones que se pueden extraer de este tipo de estudios, y resultan clave para llegar a conocer con cierta exactitud la biología del insecto en nuestro país, algo fundamental si se pretenden controlar y gestionar óptimamente sus poblaciones; el presente trabajo pretende precisamente aportar información de este tipo, para complementar la ya existente u obtener nuevos datos y conclusiones sobre el insecto en el área de estudio escogida.

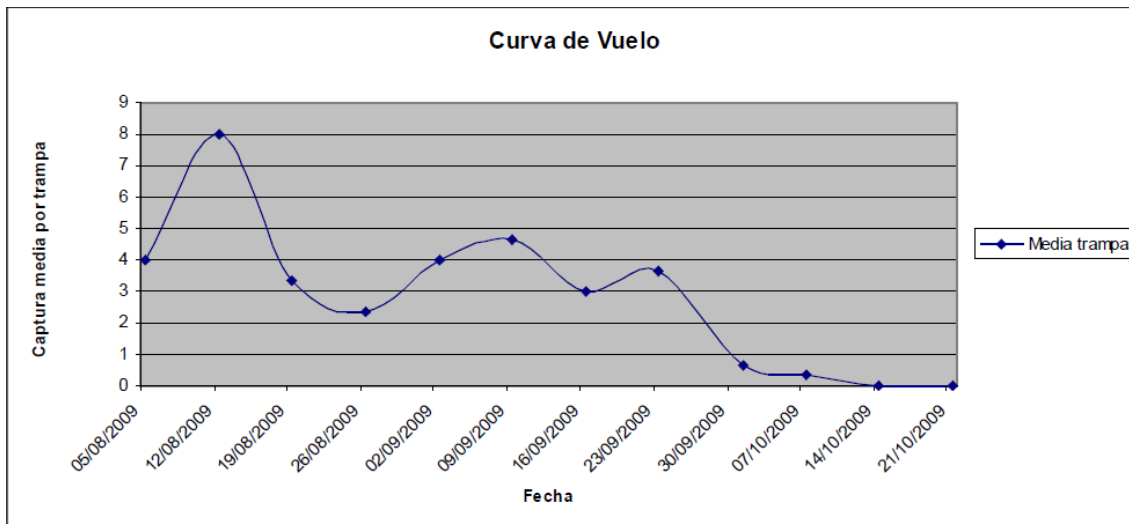


Figura 1.10. Ejemplo de Curva de vuelo para *Monochamus galloprovincialis* en el Monte Boalar de Atzeneta del Maestrat (Comunidad Valenciana), a partir de un trampeo llevado a cabo en el 2009; la zona, un pinar de *Pinus halepensis* (FCC= 80%), sufrió un incendio forestal en agosto de 2007 (Mas et al. 2009).

Por su parte, la capacidad de vuelo de *Monochamus galloprovincialis*, es uno de los factores más determinantes a la hora de explicar la posible propagación de *Bursaphelenchus xylophilus* por parte del insecto vector, que lo transporta a zonas más o menos lejanas gracias al vuelo, tanto durante la búsqueda de árboles vigorosos para la alimentación de maduración sexual, como durante la búsqueda de árboles decadentes para realizar la puesta. De hecho, se acepta que las especies del género *Monochamus*, presentan un comportamiento cuando adultos bastante activo, con una importante capacidad de vuelo, al menos en comparación con otros cerambícidos (Shibata 1987).

Aunque este tipo de estudios son algo complicados, por precisar de metodologías complejas (marcado de ejemplares capturados y posterior suelta, recaptura de dichos ejemplares y evaluación de su movimiento, recolocación periódica de las trampas de captura utilizadas, etc.), se pueden encontrar algunas experiencias llevadas a cabo en España. Las distancias de vuelo obtenidas en los tres trabajos consultados han sido variables (máxima de 7100 m desde el punto inicial de suelta en Mora de Rubielos (Teruel)) (Mas et al. 2009, Sección de Defensa Fitosanitaria de la Comunidad de Madrid 2009, Hernández et al. 2011); resulta necesario continuar con más estudios similares en el futuro, para contrastar más datos, y llegar a conocer los factores que podrían influir en el alcance de vuelo de *Monochamus galloprovincialis*, tales como los efectos de un fuego reciente en la masa arbórea, o la composición y estructura de la misma.

2. OBJETIVOS

Una vez expuestas, en el apartado de Introducción, la problemática de *Monochamus galloprovincialis* en España, y la necesidad e importancia de seguir profundizando en el conocimiento de su bioecología en las diferentes regiones que habita, dada su relevancia como vector natural del nematodo del pino *Bursaphelenchus xylophilus*, se detallan en este apartado los objetivos concretos del presente trabajo. Éste, se dirige hacia el estudio de la biología y tendencias de la población del insecto en su fase de imago, y en los entornos de la Sierra de Gredos, en Ávila.

Los objetivos concretos del estudio serían:

- Obtener la Curva de Vuelo del insecto en la zona, de cara a dar aproximaciones sobre su biología en la fase de imago.
- Comparar los resultados de capturas entre los dos espacios considerados; la zona de estudio se ha dividido claramente en dos partes, en base a la influencia o no del importante incendio que tuvo lugar aquí en el 2009 (Ver apartado de Área de estudio).
- Evaluar la efectividad del sistema de trampeo utilizado, en sus dos modalidades: trampeo con líquido y trampeo en seco con captura de ejemplares vivos.
- Evaluar la selectividad de las trampas respecto a la especie objetivo, de cara a medir la idoneidad de los atrayentes (específicos) utilizados, cuya síntesis y comercialización son relativamente recientes.
- Comparar los resultados obtenidos en este trabajo, con otros obtenidos en trabajos similares llevados a cabo en la misma y en distintas zonas de España.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

3.1.1. Descripción de la zona de estudio

La experiencia tuvo lugar en una masa adulta de *Pinus pinaster* y *Pinus sylvestris*, ubicada en el término municipal de El Arenal (Ávila, España). En este y el cercano término de Arenas de San Pedro, se desarrolló en julio de 2009 un incendio de grandes dimensiones, en el que se vieron afectadas unas 4.200 ha, de las cuales aproximadamente 2.200 ha correspondían a superficie forestal arbolada (pinar) (González, 2010); parte del perímetro de dicho incendio se ha tomado como referencia en la ubicación de las trampas de captura utilizadas (Ver más adelante) (Figura 3.1 y 3.2).

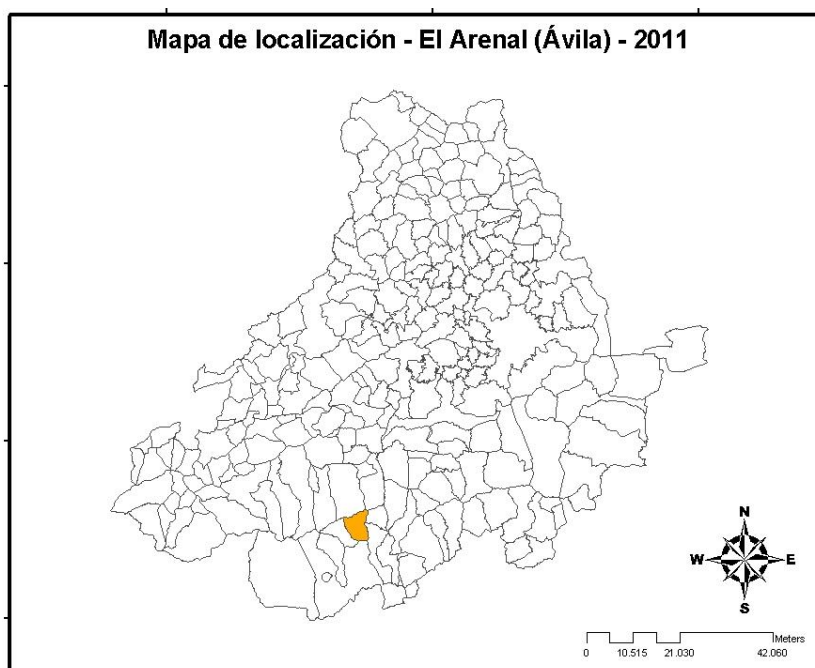


Figura 3.1. Situación de la zona donde se llevó a cabo el estudio, los montes de El Arenal, en la provincia de Ávila (Mapa facilitado por Eudaldo González Rosa).

La zona se encuentra en la cara sur de la Sierra de Gredos, con una orientación claramente de solana, lo que hace que el clima tenga un cierto carácter mediterráneo, destacando especialmente los intensos calores estivales; es por ello que toda la comarca está considerada como de alto riesgo de incendios en verano. Las trampas se ubicaron en un gradiente altitudinal que ha oscilado entre los 974 m y los 1295 m.s.n.m. En la figura 3.3 puede observarse con detalle la localización que han ocupado las 20 trampas utilizadas a lo largo de toda la experiencia, y se aprecia claramente la separación en dos subzonas: **1ª Zona Incendio (Trampas 1 a 10, Hmedia= 1048,7 m)** y **2ª Zona No Incendio (Trampas 11 a 20, Hmedia= 1231,2 m)**.

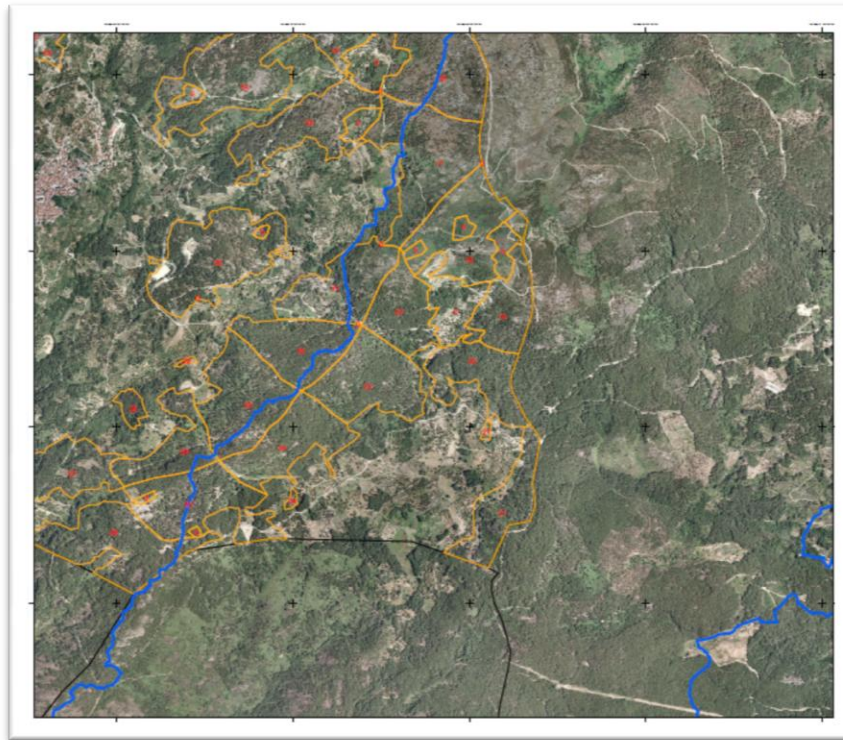


Figura 3.2. Imagen que muestra parte del monte donde se llevó a cabo el estudio, mostrando la división de los rodajes (línea amarilla). El trazo grueso azul marca el perímetro del incendio acontecido en el 2009, que como se ve penetró ampliamente en nuestro monte. En la esquina superior izquierda se diferencia parte del núcleo urbano de El Arenal. (Facilitada por la Delegación de la Junta de Castilla y León en Ávila)

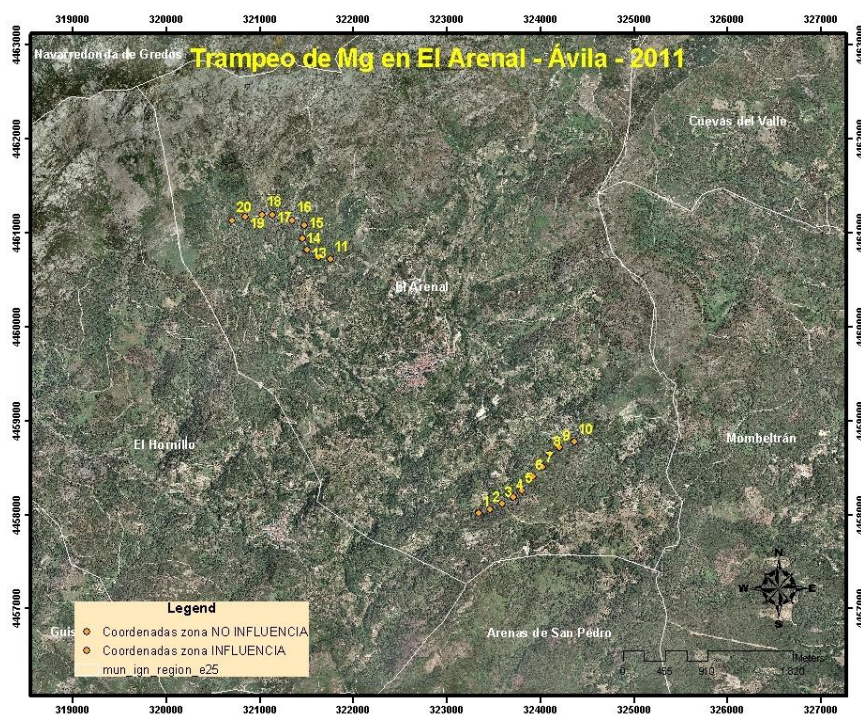


Figura 3.3. Situación de las trampas para *Monochamus galloprovincialis* (González 2011).

Concretamente, los montes muestreados se corresponden con los de números 1 y 2 en el C.U.P. de la provincia de Ávila, ambos pertenecientes al Ayuntamiento de El Arenal y que se vienen ordenando conjuntamente desde al menos el año 1969; la última Revisión del Proyecto de Ordenación publicada data del año 2003, y está en curso (con retraso) una nueva, que no debería tardar mucho en finalizarse. Se detallan algunos datos extraídos del Catálogo (*Catálogo de los Montes de Utilidad Pública de la Provincia de Ávila. Junta de Castilla y León. 2001*):

Monte N° 1

- **Nombre:** “Carias”.
- **Partido Judicial:** Arenas de San Pedro.
- **Término municipal:** El Arenal.
- **Pertenencia:** Ayuntamiento de El Arenal.
- **Cabida pública:** 330,01 has.
- **Enclavados:** 37,135 has.
- **Cabida total:** 367,145 has.
- **Especie (principal):** *Quercus pyrenaica*.

Monte N° 2

- **Nombre:** “Pinar”.
- **Partido Judicial:** Arenas de San Pedro.
- **Término municipal:** El Arenal.
- **Pertenencia:** Ayuntamiento de El Arenal.
- **Cabida pública:** 892,8450 has.
- **Enclavados:** 41,69 has.
- **Cabida total:** 934,5350 has.
- **Especie (principal):** *Pinus pinaster*.

Ambos montes se ven afectados, en lo que respecta a su “Estado legal”, por la *Ley 3/1996 de declaración del Parque Regional de la Sierra de Gredos*, así como por todos los instrumentos de gestión asociados a este Espacio Natural (como el PORN de la Sierra de Gredos aprobado según *Decreto 36/1995*), y por formar parte (el monte nº 1) de la Reserva Regional de Caza de la Sierra de Gredos, creada mediante la *Ley 4/1996 de Caza de Castilla y León (Disposición Adicional Primera)*, y de otro coto de caza privado.

Considerando el mapa de la Figura 3.3, el conjunto de trampas situadas más al sur (números 1 a 10) se encuentran dentro del monte nº 2, mientras que el otro grupo (números de 11 a 20), se ubica en el monte nº 1; como se ha dicho, los

dos se ordenan conjuntamente, y así se han establecido 3 cuarteles (uno productor, y los otros dos protector-productores), que se dividen a su vez en rodales, las unidades últimas de ordenación (Ver Figura 3.2, se pueden diferenciar los rodales que fueron afectados por el incendio, hasta el punto de tener que llevarse a cabo cortas forzosas en los siguientes: 21, 19, 20, 16, 17, 18, 22, 31, 23, 30, 29, 24, 25 y 26 (Junta de Castilla y León 2011)).

3.1.2. Coordenadas geográficas de las trampas

Seguidamente se detallan las coordenadas (Formato: hddd°mm.mmm'; Datum: WGS 84), tomadas sobre el terreno con GPS, de las trampas en ambas zonas; las situadas cerca del perímetro del incendio llevan el prefijo "I", mientras que a las situadas más alejadas las precede el indicativo "NI".

Trampa	Coordenadas	Altitud (m)
I_1	N40 15.119 W5 04.689	974
I_2	N40 15.156 W5 04.615	1009
I_3	N40 15.175 W5 04.556	1012
I_4	N40 15.216 W5 04.442	1019
I_5	N40 15.253 W5 04.377	1050
I_6	N40 15.326 W5 04.292	1081
I_7	N40 15.376 W5 04.227	1069
I_8	N40 15.461 W5 04.184	1078
I_9	N40 15.495 W5 04.115	1086
I_10	N40 15.554 W5 03.993	1109
NI_11	N40 16.565 W5 05.851	1135
NI_12	N40 16.578 W5 05.953	1154
NI_13	N40 16.609 W5 06.026	1243
NI_14	N40 16.668 W5 06.072	1295
NI_15	N40 16.756 W5 06.069	1252
NI_16	N40 16.779 W5 06.149	1245
NI_17	N40 16.802 W5 06.301	1280
NI_18	N40 16.811 W5 06.384	1247
NI_19	N40 16.799 W5 06.518	1257
NI_20	N40 16.779 W5 06.616	1204



Figura 3.4. Zona de pinar afectada por el incendio, Monte "Pinar", (El Arenal, 2009). Fotografía de Eudaldo González Rosa.



Figura 3.4. La misma zona un año después, Monte "Pinar", (El Arenal, 2010). Fotografía de Eudaldo González Rosa.



Figura 3.5. Panorámica de una de las laderas arrasadas por el fuego, Monte "Pinar", (El Arenal, 2010). Fotografía de Eudaldo González Rosa.



Figura 3.6. Zona próxima al perímetro del incendio; ya se habían realizado cortas forzosas de los árboles quemados, pero la madera ha permanecido durante prácticamente toda la experiencia apilada en el monte. (El Arenal, 2011). Fotografía de Javier Muñoz Saldaña.



Figura 3.7. Detalle de fustes quemados de *Pinus pinaster* que aún permanecen en pie, algunos con abundantes piñas en sus copas. (El Arenal, 2011). Fotografía de Javier Muñoz Saldaña.



Figura 3.8. Panorámica de la zona considerada como fuera de la influencia del incendio; junto con los pinos, se entremezclan frondosas como el roble melojo (*Quercus pyrenaica*) y el castaño (*Castanea sativa*). Monte "Carias", (El Arenal, 2011). Fotografía de Eudaldo González Rosa.

3.2. Sistemas de trampeo utilizados

El experimento dio comienzo a mediados de mayo de 2011, mediante la instalación de las trampas de captura el día 8 de mayo y de los primeros atrayentes para *Monochamus galloprovincialis* el día 15 del mismo mes, con un amplio margen de seguridad sobre las fechas que según la literatura científica y resultados en estudios similares (Pajares et al. 2004, Tomiczek 2008, Hernández et al. 2011), son consideradas como de inicio de las emergencias de imagos (mediados de junio).

3.2.1. Descripción de las trampas utilizadas

Las trampas utilizadas fueron de interceptación de vuelo o “crosstrap”, de la marca ECONEX, y facilitadas por el MARM (Servicio de Sanidad Forestal y Equilibrios Biológicos) (Figura 3.9).



Figura 3.9. Trampa CROSSTRAP de ECONEX, válida para la captura de insectos forestales mediante interceptación del vuelo.

Medidas: 146 Cm. alto x 33,5 Cm. de diámetro (Datos según la web del fabricante: <http://www.e-econex.com/trampas-para-insectos-ficha.php?id=68&n=CROSSTRAP®>).

Este tipo de trampas se han mostrado bastante eficaces para el trampeo de insectos grandes como los cerambícidos, que escapan con facilidad de otros modelos como las de “multiembudo”; por el contrario, son poco resistentes a la intemperie (viento, fuertes precipitaciones, etc.) (Mas et al. 2009). Efectivamente, durante nuestro trabajo, sufrieron continuas roturas en muchas de sus partes (incluso en ocasiones, se encontraba la trampa caída), e inundaciones repetidas de los recipientes colectores. Por su parte, Hernández et al. (2011), a partir de la simple observación *in situ* de diferentes modelos de trampas testados, proponen como la más adecuada para el estudio de *Monochamus galloprovincialis*, la “TorreLSF” metálica, usada habitualmente como trampa de referencia en los ensayos de *Ips acuminatus*. Se discutirá con más detalle la idoneidad y resultado de nuestro sistema de trampeo, en el apartado correspondiente de la sección de Resultados y Discusión.

Las trampas se fijaron a ramas bajas de pinos u otros árboles adecuados, buscando una accesibilidad adecuada en las sucesivas revisiones, y procurando que interfirieran lo mínimo posible con otras trampas ya instaladas

en el monte, se trataba de trampas *Theyshon*, habitualmente usadas para el control de escolítidos, en este caso iban dirigidas al trampeo de individuos de *Ips sexdentatus*.



Figura 3.10. Trampa de interceptación de vuelo instalada sobre un pie de *Pinus pinaster*, en zona cercana al perímetro del incendio, en el Monte "Pinar" (El Arenal, 2011). Fotografía de Javier Muñoz Saldaña.

Se utilizaron dos modelos de trampas "crosstrap" diferentes: unas son más antiguas, y llevan el bote colector cerrado en su base para la captura con líquido (propilenglicol rebajado al 25% con agua), mientras que las otras corresponden a modelos más modernos, con aplicación de sustancia antideslizante en el embudo colector, y el bote colector modificado en su base con una malla para la captura en seco de insectos vivos. En nuestro sistema de trampeo, se utilizaron 10 trampas "antiguas" y 10 trampas "modernas", repartiéndolas a partes iguales en cada uno de los itinerarios diseñados (5+5).

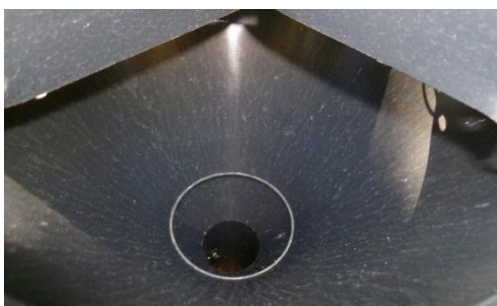


Figura 3.11. Detalle de la superficie del embudo colector de una trampa "crosstrap" nueva, incorporando como novedad una sustancia antideslizante para mejorar los resultados de capturas; los insectos, tras chocar con las bandas verticales, caen al embudo y se cuelan por el orificio al bote colector, desde donde son recogidos en las revisiones periódicas.



Figuras 3.11. y 3.12. Detalle del bote colector de las trampas para captura en seco, con malla en su fondo (izquierda), y del bote colector de las trampas para captura con líquido, con orificio de evacuación para que no rebose (derecha). Fotografías de Javier Muñoz Saldaña.

3.2.2. Descripción de los atrayentes utilizados

Como atrayente se utilizó el distribuido con el nombre comercial GALLOPROTECT 2D por SEDQ, compuesto por dos difusores complementarios, uno de 7,5x6 cm conteniendo la feromona de agregación (2-undeciloxi 1-etanol, utilizada con éxito en el campo por primera vez en el 2009, y resultando una auténtica novedad para el género *Monochamus* (Pajares et al. 2009)), y el otro de 9x8 cm con varias sustancias cairomonales (Ipsenol y 2-metil-3buten-1-ol, que se han mostrado muy importantes en la atracción, por sus efectos sinérgicos (Ibeas et al. 2007)) absorbidas en un soporte. Ambos difusores se fijan a las bandas plásticas de las trampas, y presentan, según el fabricante, una duración de 45 días; durante el experimento, y teniendo en cuenta que los primeros atrayentes se colocaron el 15 de mayo, se procedió al añadido (sin retirar los anteriores) de difusores, aproximadamente, a primeros de julio, mediados de agosto y finales de septiembre.



Figura 3.13. GALLOPROTECT 2D: Atrayente para *Monochamus galloprovincialis*, que comprende dos difusores con feromona y cairomonas (SEDQ S.L. 2010).



Figura 3.14. Detalle de la disposición de los difusores sobre una trampa a finales de la experiencia. Monte "Carias" (El Arenal, 29-10-2011). Fotografía de Javier Muñoz Saldaña.

3.2.3. Descripción del proceso de revisiones

Las revisiones de las trampas tuvieron lugar cada dos semanas (la 1ª revisión fue el 15-5-2011); se recorría cada itinerario, aproximadamente de 1 km (separación entre trampas aprox.= 100 m), parando en cada trampa para recoger lo colectado en los botes; en el caso de los insectos vivos, se intentaba conservarlos lo mejor posible para que resistieran lo más posible en este estado, especialmente los ejemplares de *Monochamus galloprovincialis*.

En caso necesario, se reparaban las trampas y se solucionaban las incidencias aparecidas (caída de trampas, pérdida de difusores, caída de botes colectores, etc.), se vaciaban los botes con líquido excesivo en caso de lluvias, y se reponía el líquido de captura (propilenglicol al 25%) sí se había evaporado en exceso o estaba muy degradado.

Posteriormente, se procedía al conteo e identificación de los ejemplares capturados en laboratorio, poniendo especial atención sobre cerambícidos, depredadores y xilófagos en general. En el caso de *Monochamus galloprovincialis*, el conteo fue muy exhaustivo, realizando separación, cuando era posible, entre sexos. Todos los insectos se conservaban en seco y en frío (nevera) si eran necesarias posteriores identificaciones, conteos o comprobaciones de cualquier clase.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del seguimiento de *Monochamus galloprovincialis*

4.1.1. Capturas totales por trampa y por revisión

En este apartado, se van a exponer todos los resultados de capturas obtenidas para la especie objetivo del estudio, *Monochamus galloprovincialis*, diferenciando en lo posible entre machos y hembras (diferenciables por el tamaño de cuerpo y antenas, mayor en los machos, y por el color de las antenas, con bandas de tomento blanquecino muy marcado en las hembras (Vives 2001, Hernández et al. 2011)), y separando por tipo de trampa (con o sin líquido), y por zona (con o sin influencia del incendio de 2009) en cada una de las revisiones efectuadas, desde el 15-5-2011 hasta el 6-11-2011, fecha en que se consideró oportuno recoger las trampas y dar por finalizada la experiencia en el campo.

Las capturas obtenidas, considerándolas de forma global, han resultado bastante satisfactorias, incluso por encima de los resultados esperados más optimistas, lo que habla de la efectividad y operatividad en el campo del cebo feromonal-cairomonal utilizado, tanto para hembras, como en menor medida, para machos de *Monochamus galloprovincialis*, algo ya apuntado desde los inicios en el uso de este atrayente para el manejo de la especie (Pajares et al. 2009). Como se esperaba, los ratios de sexos (machos/hembras) han sido siempre ligeramente favorables para las hembras, con valores cercanos al 60%; esto parece ser lo habitual en los trampeos de esta especie (*Conselleria de Medi Ambient i Mobilitat del Govern de les Illes Balears* 2009, Pajares et al. 2009, Hernández et al. 2011). De cualquier forma, el hecho de que sean capturados, aunque no en la misma proporción, individuos de ambos sexos (debido fundamentalmente al carácter multicomponente (feromona sexual + cairomonas) del atrayente) resulta muy ventajoso para el control de la población, pues según exponen Hernández et al. (2011), no se incidirá solo en los apareamientos, que sería la consecuencia de la reducción de uno de los sexos, sino que además se reducirá directamente el número de hembras, por lo que se incide en la población original y en la descendencia.

Para la correcta interpretación de los datos aportados a continuación, se recuerda que en cada itinerario (1- Zona Incendiada o con Influencia, 2- Zona No Incendiada o sin Influencia) se dispusieron 5 trampas con líquido y 5 trampas sin él; las primeras se corresponden con los números impares (desde el 1 al 19) y las segundas se identificaron con números pares (desde el 2 al 20). Ambos tipos de trampa se colocaron de forma alternativa siguiendo el orden numérico, de forma que en la zona del incendio, la primera es la trampa con líquido nº 1, la segunda es la trampa sin líquido nº 2, y así sucesivamente, siendo la disposición igual en la otra zona (Ver Figura 3.3).

RESULTADO DE LAS REVISIONES

ZONA INCENDIADA

A) Trampas con líquido.

Revisiones	Trampa 1			total
	machos	hembras	sin sexar	
15/05/2011	2	0	0	2
28/05/2011	6	6	0	12
11/06/2011	0	1	0	1
25/06/2011	15	26	0	41
09/07/2011	10	15	0	25
23/07/2011	6	20	0	26
06/08/2011	12	34	0	46
20/08/2011	12	26	0	38
04/09/2011	3	10	0	13
17/09/2011	9	13	0	22
01/10/2011	4	10	0	14
15/10/2011	1	3	0	4
29/10/2011	0	0	0	0
06/11/2011	0	0	0	0

	Trampa 3			total
	machos	hembras	sin sexar	
15/05/2011	0	3	0	3
28/05/2011	3	8	0	11
11/06/2011	2	3	0	5
25/06/2011	11	21	0	32
09/07/2011	19	17	0	36
23/07/2011	13	20	0	33
06/08/2011	17	36	1	54
20/08/2011	15	28	0	43
04/09/2011	1	13	0	14
17/09/2011	17	21	0	38
01/10/2011	4	1	0	5
15/10/2011	1	5	0	6
29/10/2011	0	0	0	0
06/11/2011	0	0	0	0

	Trampa 5			total
	machos	hembras	sin sexar	
15/05/2011	1	1	0	2
28/05/2011	10	6	1	17
11/06/2011	1	0	0	1
25/06/2011	32	66	0	98
09/07/2011	17	42	0	59
23/07/2011	42	90	0	132
06/08/2011	21	24	0	45
20/08/2011	12	20	0	32
04/09/2011	17	10	0	27
17/09/2011	22	24	0	46
01/10/2011	11	7	0	18
15/10/2011	Incidencia, caída bote colector			1
29/10/2011	0	1	0	1
06/11/2011	0	0	0	0

	Trampa 7			total
	machos	hembras	sin sexar	
15/05/2011	0	1	0	1
28/05/2011	6	9	0	15
11/06/2011	0	0	0	0
25/06/2011	10	8	0	18
09/07/2011	11	17	0	28
23/07/2011	66	103	0	169
06/08/2011	16	33	0	49
20/08/2011	14	26	0	40
04/09/2011	12	14	0	26
17/09/2011	6	11	0	17
01/10/2011	1	2	0	3
15/10/2011	5	5	0	10
29/10/2011	0	0	0	0
06/11/2011	0	0	0	0

	Trampa 9			
	machos	hembras	sin sexar	total
15/05/2011	0	2	0	2
28/05/2011	3	8	1	12
11/06/2011	0	1	0	1
25/06/2011	10	23	0	33
09/07/2011	Incidencia, caída bote colector			0
23/07/2011	38	73	0	111
06/08/2011	8	21	0	29
20/08/2011	6	5	0	11
04/09/2011	5	9	0	14
17/09/2011	14	23	0	37
01/10/2011	9	5	0	14
15/10/2011	2	0	0	2
29/10/2011	0	0	0	0
06/11/2011	0	0	0	0

Ratio de sexos 1 (machos/hembras)= $R_1 = 0,59$.

(*) Las revisiones en rojo no se contabilizan para capturas medias y totales por trampa.

B) Trampas sin líquido.

Revisiones	Trampa 2			total
	machos	hembras	sin sexar	
15/05/2011	0	0	0	0
28/05/2011	2	3	2	7
11/06/2011	1	2	0	3
25/06/2011	12	17	0	29
09/07/2011	11	16	17	44
23/07/2011	7	9	6	22
06/08/2011	12	18	14	44
20/08/2011	15	24	3	42
04/09/2011	4	5	5	14
17/09/2011	16	20	6	42
01/10/2011	6	4	0	10
15/10/2011	2	5	0	7
29/10/2011	0	0	0	0
06/11/2011	0	0	0	0

	Trampa 4			total
	machos	hembras	sin sexar	
15/05/2011	0	0	0	0
28/05/2011	8	13	0	21
11/06/2011	0	2	0	2
25/06/2011	13	22	0	56
09/07/2011	6	15	14	35
23/07/2011	11	18	6	35
06/08/2011	5	31	9	45
20/08/2011	12	21	10	43
04/09/2011	16	11	3	20
17/09/2011	21	18	2	41
01/10/2011	14	19	0	33
15/10/2011	5	15	3	23
29/10/2011	0	0	0	0
06/11/2011	0	0	0	0

	Trampa 6			total
	machos	hembras	sin sexar	
15/05/2011	0	0	0	0
28/05/2011	3	1	3	7
11/06/2011	0	3	0	3
25/06/2011	5	17	0	22
09/07/2011	2	5	10	17
23/07/2011	17	43	14	74
06/08/2011	6	6	4	16
20/08/2011	0	2	0	2
04/09/2011	1	0	4	5
17/09/2011	6	10	6	22
01/10/2011	0	5	0	5
15/10/2011	2	4	0	6
29/10/2011	0	0	0	0
06/11/2011	0	0	0	0

	Trampa 8			total
	machos	hembras	sin sexar	
15/05/2011	0	0	0	0
28/05/2011	7	5	3	15
11/06/2011	0	1	0	1
25/06/2011	11	30	10	51
09/07/2011	5	9	4	18
23/07/2011	10	26	7	43
06/08/2011	9	11	5	25
20/08/2011	6	16	1	23
04/09/2011	6	11	0	17
17/09/2011	12	18	4	34
01/10/2011	5	7	1	13
15/10/2011	1	4	0	5
29/10/2011	0	0	0	0
06/11/2011	0	0	0	0

	Trampa 10			
	machos	hembras	sin sexar	total
15/05/2011	0	0	0	0
28/05/2011	1	3	0	4
11/06/2011	0	1	0	1
25/06/2011	13	25	0	38
09/07/2011	5	22	18	45
23/07/2011	10	22	18	50
06/08/2011	13	24	12	49
20/08/2011	16	16	33	65
04/09/2011	8	7	1	16
17/09/2011	20	23	7	50
01/10/2011	6	10	0	16
15/10/2011	3	0	0	3
29/10/2011	0	0	0	0
06/11/2011	0	0	0	0

R₂= 0,58.

ZONA NO INCENDIADA

A) Trampas con líquido.

Revisiones	Trampa 11			total
	machos	hembras	sin sexar	
15/05/2011	0	0	0	0
28/05/2011	2	2	0	4
11/06/2011	0	0	0	0
25/06/2011	8	11	0	19
09/07/2011	4	7	0	11
23/07/2011	4	5	0	9
06/08/2011	1	7	0	8
20/08/2011	3	4	0	7
04/09/2011	7	6	0	13
17/09/2011	8	14	0	22
01/10/2011	1	6	0	7
15/10/2011	1	1	0	2
29/10/2011	0	0	0	0
06/11/2011	0	0	0	0

	Trampa 13			total
	machos	hembras	sin sexar	
15/05/2011	0	0	0	0
28/05/2011	0	0	0	0
11/06/2011	0	0	0	0
25/06/2011	10	13	0	23
09/07/2011	3	4	0	7
23/07/2011	Incidencia, trampa caída.			1
06/08/2011	0	5	0	5
20/08/2011	3	3	0	6
04/09/2011	0	1	0	1
17/09/2011	2	2	0	4
01/10/2011	2	0	0	2
15/10/2011	0	1	0	1
29/10/2011	0	0	0	0
06/11/2011	0	0	0	0

	Trampa 15			total
	machos	hembras	sin sexar	
15/05/2011	0	0	0	0
28/05/2011	0	1	0	1
11/06/2011	0	0	0	0
25/06/2011	6	8	0	14
09/07/2011	3	3	0	6
23/07/2011	1	3	0	4
06/08/2011	2	3	0	5
20/08/2011	0	0	0	0
04/09/2011	0	0	0	0
17/09/2011	0	2	0	2
01/10/2011	0	0	0	0
15/10/2011	0	0	0	0
29/10/2011	0	0	0	0
06/11/2011	0	0	0	0

	Trampa 17			total
	machos	hembras	sin sexar	
15/05/2011	0	0	0	0
28/05/2011	2	0	0	2
11/06/2011	0	0	0	0
25/06/2011	13	14	0	27
09/07/2011	6	10	0	16
23/07/2011	1	3	0	4
06/08/2011	1	2	0	3
20/08/2011	4	3	0	7
04/09/2011	0	1	0	1
17/09/2011	1	1	0	2
01/10/2011	Incidencia, trampa caída.			0
15/10/2011	0	0	1	1
29/10/2011	0	0	0	0
06/11/2011	0	0	0	0

	Trampa 19			
	machos	hembras	sin sexar	total
15/05/2011	0	0	0	0
28/05/2011	0	2	0	2
11/06/2011	0	3	0	3
25/06/2011	11	22	0	33
09/07/2011	0	10	0	10
23/07/2011	2	5	0	7
06/08/2011	1	6	0	7
20/08/2011	3	2	0	5
04/09/2011	0	1	0	1
17/09/2011	1	5	0	6
01/10/2011	1	1	0	2
15/10/2011	0	1	0	1
29/10/2011	0	0	0	0
06/11/2011	0	0	0	0

R₃= 0,58.

(*) Las revisiones en rojo no se contabilizan para capturas medias y totales por trampa.

B) Trampas sin líquido.

Revisiones	Trampa 12			total
	machos	hembras	sin sexar	
15/05/2011	0	0	0	0
28/05/2011	1	0	6	7
11/06/2011	0	0	0	0
25/06/2011	8	11	0	19
09/07/2011	9	16	0	25
23/07/2011	1	11	1	13
06/08/2011	5	6	1	12
20/08/2011	5	12	7	24
04/09/2011	2	5	0	7
17/09/2011	9	16	2	27
01/10/2011	3	6	1	10
15/10/2011	1	2	0	3
29/10/2011	0	0	0	0
06/11/2011	0	0	0	0

	Trampa 14			total
	machos	hembras	sin sexar	
15/05/2011	0	0	0	0
28/05/2011	0	0	0	0
11/06/2011	0	0	0	0
25/06/2011	1	0	0	1
09/07/2011	1	7	0	8
23/07/2011	0	2	1	3
06/08/2011	4	3	1	8
20/08/2011	Incidencia, caída bote colector			0
04/09/2011	7	8	0	17
17/09/2011	4	8	0	12
01/10/2011	Pérdida feromonas			0
15/10/2011	0	0	0	0
29/10/2011	0	0	0	0
06/11/2011	0	0	0	0

	Trampa 16			total
	machos	hembras	sin sexar	
15/05/2011	0	0	0	0
28/05/2011	5	4	2	11
11/06/2011	1	0	0	1
25/06/2011	13	23	6	42
09/07/2011	Incidencia, caída bote colector			0
23/07/2011	6	21	1	28
06/08/2011	6	14	1	21
20/08/2011	8	9	3	20
04/09/2011	3	14	0	17
17/09/2011	7	6	0	13
01/10/2011	2	1	0	3
15/10/2011	2	0	0	2
29/10/2011	0	0	0	0
06/11/2011	0	0	0	0

	Trampa 18			total
	machos	hembras	sin sexar	
15/05/2011	0	0	0	0
28/05/2011	2	3	8	13
11/06/2011	1	0	0	1
25/06/2011	17	27	9	43
09/07/2011	11	21	3	35
23/07/2011	2	12	1	15
06/08/2011	2	5	5	12
20/08/2011	2	6	5	13
04/09/2011	6	7	0	13
17/09/2011	6	5	0	13
01/10/2011	0	0	0	0
15/10/2011	0	2	0	2
29/10/2011	0	0	0	0
06/11/2011	0	0	0	0

	Trampa 20			
	machos	hembras	sin sexar	total
15/05/2011	No instalada todavía			0
28/05/2011	1	2	1	4
11/06/2011	1	0	0	1
25/06/2011	21	34	0	55
09/07/2011	6	17	2	25
23/07/2011	3	16	3	22
06/08/2011	6	3	2	11
20/08/2011	4	8	0	12
04/09/2011	3	7	1	11
17/09/2011	12	6	0	18
01/10/2011	0	0	0	0
15/10/2011	0	1	0	1
29/10/2011	0	0	0	0
06/11/2011	0	0	0	0

R₄= 0,57.

(*) Las revisiones en rojo no se contabilizan para capturas medias y totales por trampa.

En la zona con influencia del incendio, vemos que el máximo de capturas totales por trampa, tuvo lugar mayoritariamente el 23-7-2011 (en 4 de las 10 trampas instaladas), si bien para la trampa 10, su máximo se retrasa hasta el 20-8-2011. El mayor número de *Monochamus* capturados en una de estas trampas fue de 169, resultado obtenido el 23-7-2011 en la trampa 7; en este itinerario, se obtienen más capturas (máximas) en las trampas con líquido que en las secas, con una diferencia medida de +44 para las primeras.

En la zona sin influencia del incendio, se dio el máximo de capturas totales por trampa, de forma mayoritaria, el 25-6-2011 (en 7 de las 10 trampas instaladas), fecha significativamente más temprana que la del otro itinerario, y que podría venir explicada por la mayor insolación que se presentaba en la segunda zona, lo que daría lugar a temperaturas y sensación térmica más elevadas. Aquí tendríamos ya una evidencia de la influencia del clima (especialmente la temperatura) en el ciclo biológico de *Monochamus galloprovincialis*; las emergencias de los imagos, y por tanto sus máximos de población, se producirían antes en aquellas zonas con temperaturas estivales más altas, algo ya observado en algunos estudios previos, como los realizados por Sousa et al. (2008) en Portugal. En otros casos, esto no ha podido ser totalmente verificado, pues Hernández et al. (2011) encuentran en sus experimentos llevados a cabo en Mora de Rubielos (Teruel), que las temperaturas que pueden haber tenido repercusión en la curva de vuelo, no parecen incidir en las emergencias controladas. De cualquier manera, el periodo de emergencias tanto de lugares cálidos, como de otros más fríos, es un dato importante y necesario de obtener con una cierta precisión para cualquier estrategia que se plantee con este insecto, que se ha de fundamentar, como con cualquier insecto perforador, en el control de su estado de adulto (Hernández et al. 2011).

En la zona sin influencia, el mayor número de *Monochamus* capturados en una trampa, fue de 55, resultado obtenido el 25-6-2011 en la trampa 20, y en este caso capturan más insectos (valores máximos) las trampas sin líquido que las dispuestas con él, con una diferencia media de +13 para las primeras. Por tanto, podemos señalar ya que, de forma totalmente lógica, las capturas son mucho más importantes en el área cercana al perímetro del incendio que en la más alejada, algo ya observado en el mismo monte por González (2010); es sabido, que después de los incendios forestales, se producen explosiones demográficas de algunos insectos xilófagos (a destacar la mayoría de los escolítidos y algunos cerambícidos), tanto mayores cuanto mayor cantidad de material vegetal tengan disponible, constituido por los pies debilitados o muertos tras el paso del fuego, o por la madera (sin descortezar) cortada y apilada en el monte.

Por otra parte, y como se discutirá más adelante, las capturas totales en trampas con y sin líquido, no han resultado significativamente diferentes considerando la experiencia de manera global; considerando la zona más

propicia para *Monochamus* (zona incendiada), en la trampa con líquido que más capturó se recolectaron 169 ejemplares, mientras que en las trampas secas el máximo encontrado fue de 65, pero en el otro itinerario, los resultados máximos, inversos, fueron de 33 y de 55 especímenes recolectados en trampas con y sin líquido respectivamente.



Figura 4.1. El material vegetal que queda en el monte tras el paso del incendio, influye de forma importante en la presencia y dinámica poblacional de *Monochamus galloprovincialis*; en la imagen, vemos orificios de emergencia del insecto en un fuste chamuscado (El Arenal, 2010). Fotografía de Eudaldo González Rosa.

4.1.2. Capturas medias por trampa para las cuatro situaciones consideradas: Zona con o sin influencia del incendio, y trampas con o sin líquido

En este caso, se presentan los resultados de capturas medias por trampa, viendo su evolución con el paso del tiempo; se recuerda que, para no desvirtuar dichos resultados, no se consideraron los obtenidos en caso de incidencias como caída de trampas o botes colectores, donde aparecían cifras irreales de capturas insignificantes.

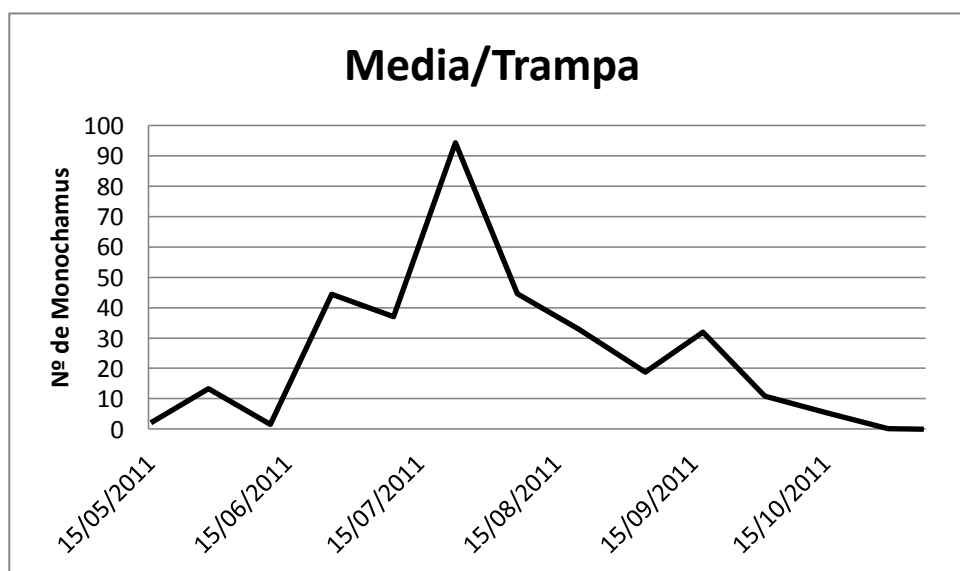
Vemos que las capturas de *Monochamus galloprovincialis* se han dado desde finales de mayo hasta mediados de octubre, presentándose un periodo de vuelo realmente largo, de casi 5 meses; el pico de población, llega antes en la zona sin influencia del incendio, probablemente por causas climáticas. Las capturas medias por trampa con líquido fueron de 15 ejemplares, mientras que

la media en trampas sin líquido fue de 16 capturas; separando entre zonas con y sin influencia, las capturas medias fueron de 22 y 8 respectivamente.

Nº Monochamus / Trampa (Capturas medias)

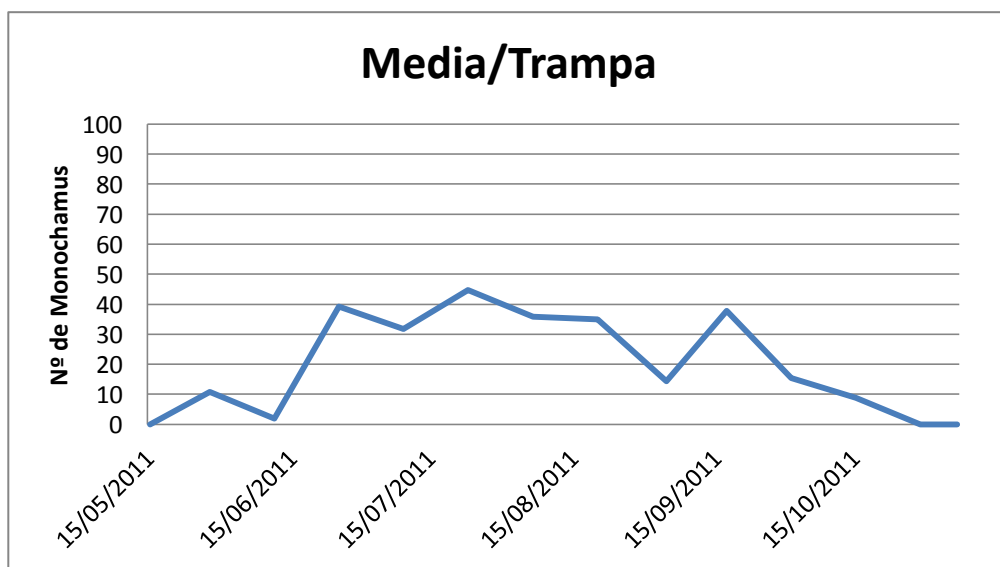
A) Zona Incendio + Trampas con líquido.

Revisiones	Total	Media/Trampa
15/05/2011	10	2
28/05/2011	67	13
11/06/2011	8	2
25/06/2011	222	44
09/07/2011	148	37
23/07/2011	471	94
06/08/2011	223	45
20/08/2011	164	33
04/09/2011	94	19
17/09/2011	160	32
01/10/2011	54	11
15/10/2011	22	6
29/10/2011	1	0
06/11/2011	0	0
	1644	



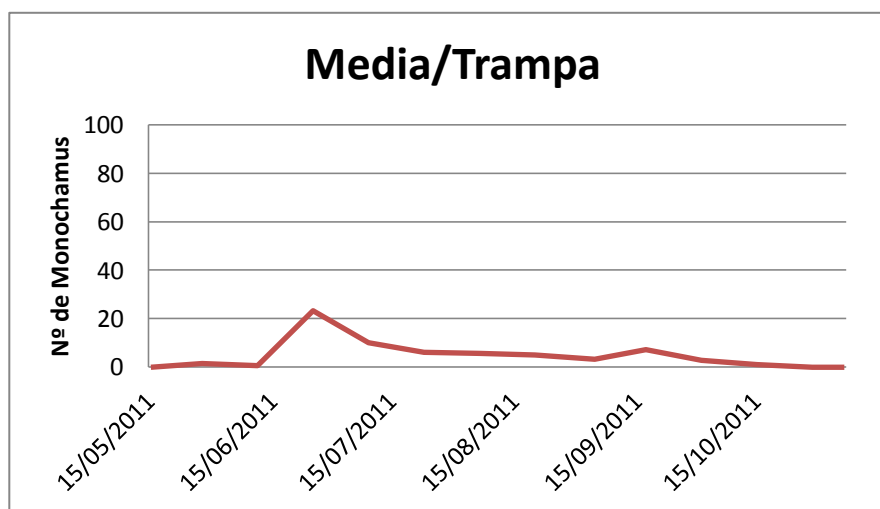
B) Zona Incendio + Trampas sin líquido.

Revisiones	Total	Media/Trampa
15/05/2011	0	0
28/05/2011	54	11
11/06/2011	10	2
25/06/2011	196	39
09/07/2011	159	32
23/07/2011	224	45
06/08/2011	179	36
20/08/2011	175	35
04/09/2011	72	14
17/09/2011	189	38
01/10/2011	77	15
15/10/2011	44	9
29/10/2011	0	0
06/11/2011	0	0
	1379	



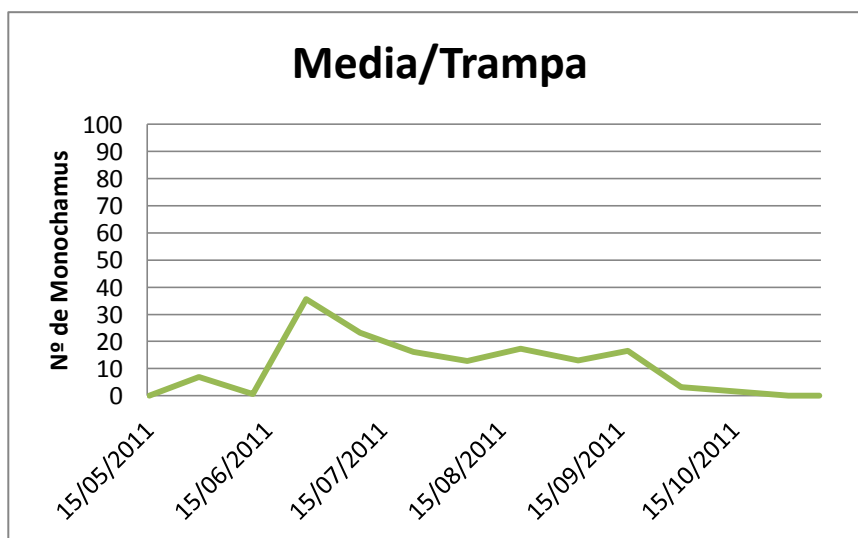
C) Zona No Incendio + Trampas líquido.

Revisiones	Total	Media/Trampa
15/05/2011	0	0
28/05/2011	9	2
11/06/2011	3	1
25/06/2011	116	23
09/07/2011	50	10
23/07/2011	24	6
06/08/2011	28	6
20/08/2011	25	5
04/09/2011	16	3
17/09/2011	36	7
01/10/2011	11	3
15/10/2011	5	1
29/10/2011	0	0
06/11/2011	0	0
	323	



D) Zona No Incendio + Trampas sin líquido.

Revisiones	Total	Media/Trampa
15/05/2011	0	0
28/05/2011	35	7
11/06/2011	3	1
25/06/2011	178	36
09/07/2011	93	23
23/07/2011	81	16
06/08/2011	64	13
20/08/2011	69	17
04/09/2011	65	13
17/09/2011	83	17
01/10/2011	13	3
15/10/2011	8	2
29/10/2011	0	0
06/11/2011	0	0
	692	



4.1.3. Capturas totales; evolución en el tiempo y comparativa según zonas

Se dan ahora los datos de capturas totales, separando entre zonas, y representando su evolución en el tiempo, en lo que sería una aproximación a la Curva de Vuelo del insecto en el área estudiada. Su periodo de actividad en la fase de imago, es de una duración considerable, está presente ya en mayo y se llegan a encontrar ejemplares bien entrado el mes de octubre, aunque hay que señalar que estas tendencias son bastante variables de unos años a otros en función de la climatología de cada uno. Aunque no pudo establecer un periodo de vuelo tan largo por falta de revisiones, González (2010) ya constató en este monte la presencia de *Monochamus galloprovincialis* en el mes de octubre, con 9 y 99 capturas totales el 4-10-2010, en las zonas sin y con influencia respectivamente. En otras regiones de España, se han obtenido curvas de vuelo similares, con presencia del insecto siempre en octubre, como las obtenidas en Extremadura (Acosta et al. 2009) y en la Comunidad Valenciana (Mas et al. 2009, Ver Figura 1.10).

La evolución en el tiempo, si separamos entre las dos subzonas consideradas, es bastante similar, parece haber dos picos de población, uno ente junio y julio, y otro más tardío, en el mes de septiembre, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Hernández et al. (2011) en su trampeo de Mora de Rubielos (Teruel) llevado a cabo en 2010, donde aunque la distribución de las capturas resulta bastante irregular, si se agrupan por semanas, pueden distinguirse dos oleadas, una en julio y otra en septiembre, claramente diferentes en cuanto al número de adultos que se recogen.

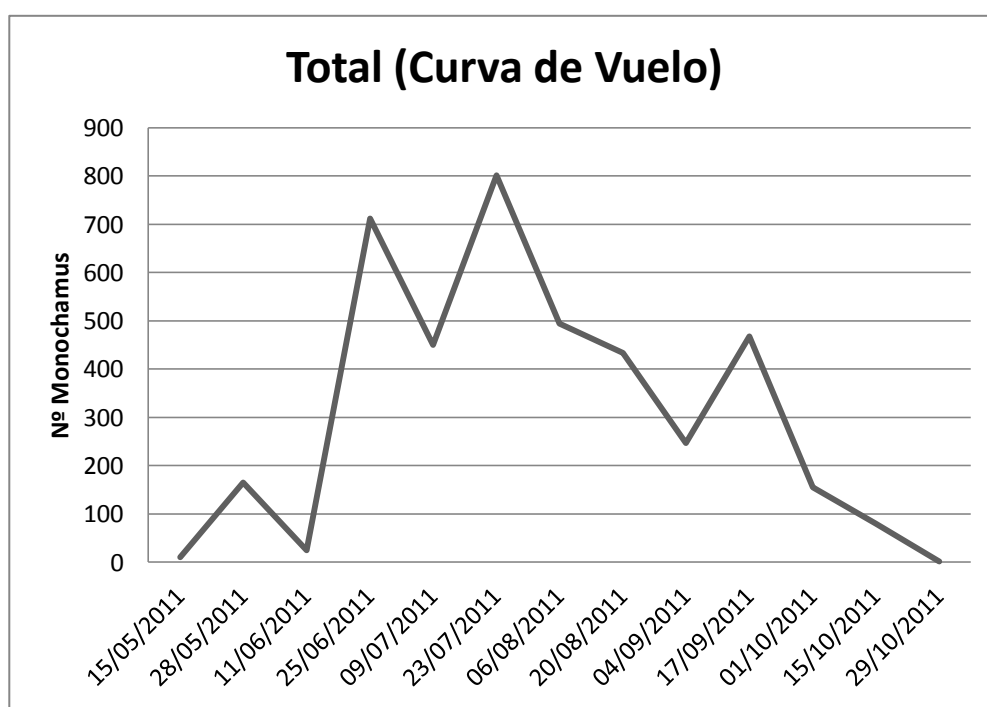
Otro aspecto llamativo en la evolución de las capturas es el descenso sufrido tempranamente, el 11-6-2011, y la importantísima subida posterior, donde se mantienen valores importantes hasta llegar al pico máximo de población en julio y volver a descender; este bajón prematuro, podría explicarse por las temperaturas máximas diarias en la primera semana del mes de junio, que fueron siempre menores a 20° C, valor mínimo que se considera óptimo para la normal actividad de *Monochamus galloprovincialis* (Hernández et al. 2011). En el resto del tiempo que se estuvo trampeando, las temperaturas máximas siempre se mantuvieron por encima de esos 20° C límite, hasta llegar a finales de octubre, cuando las capturas descendieron de forma acusada y finalmente cesaron (1 captura el 29-10-2011, 0 capturas el 6-11-2011).

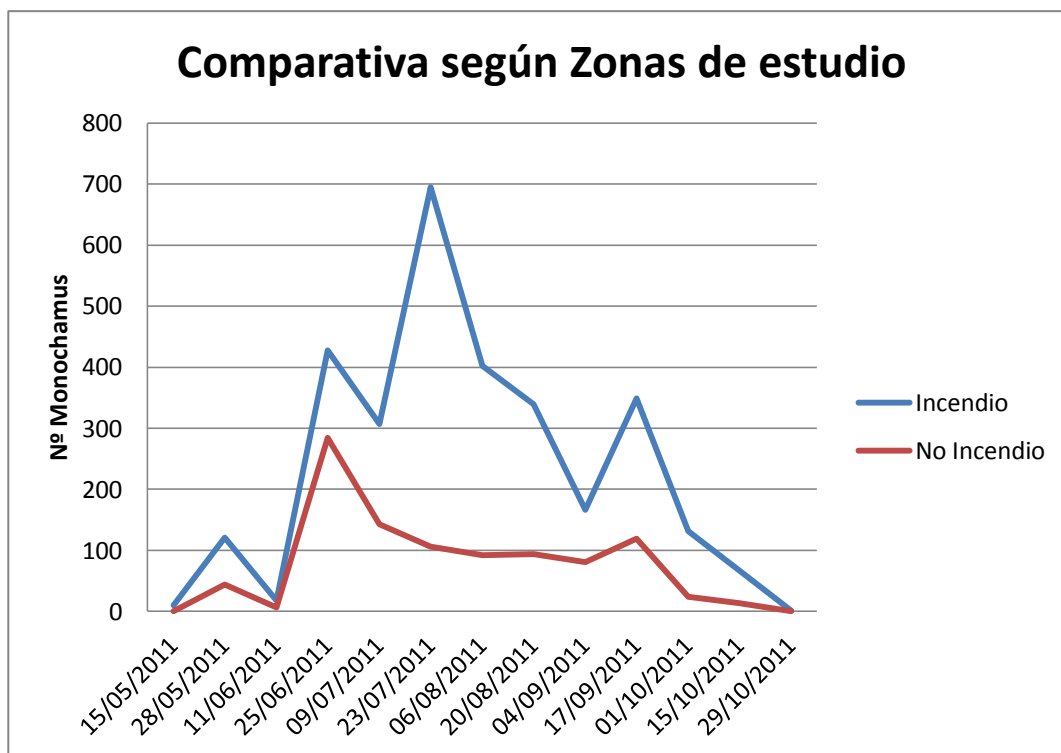
En total se capturan 4040 individuos de *Monochamus galloprovincialis*, cifra importante, y que puede haber ayudado a moderar los niveles poblacionales del insecto en la zona, especialmente en las cercanías del área incendiada; en ella, se capturaron 2028 ejemplares más que en la zona más alejada. Así, resulta que del total de imagos de *Monochamus galloprovincialis* capturados

durante toda la experiencia (desde el 15-5-2011 al 6-11-2011), un 75% correspondieron a la zona influenciada por el incendio de 2009.

Nº Total de Monochamus (Curva de Vuelo), evaluación según zonas.

Revisiones	Incendio	No Incendio	Total
15/05/2011	10	0	10
28/05/2011	121	44	165
11/06/2011	18	6	24
25/06/2011	428	284	712
09/07/2011	307	143	450
23/07/2011	695	106	801
06/08/2011	402	92	494
20/08/2011	339	94	433
04/09/2011	166	81	247
17/09/2011	349	119	468
01/10/2011	131	24	155
15/10/2011	67	13	80
29/10/2011	1	0	1
	3034	1006	4040





4.2. Aparición destacada de otras especies

La captura, en este tipo de trampeos, de especies diferentes a la que es objeto de seguimiento, es algo frecuente y difícilmente evitable, pero debe intentar controlarse lo máximo posible, para no interferir desmesuradamente sobre la dinámica de poblaciones de dichas especies, muchas veces beneficiosas por el control natural que realizan sobre los patógenos (caso de depredadores y parásitos).

En la Figura 4.2 se destacan las capturas de las principales especies depredadoras y xilófagas recolectadas, comparándolas con las obtenidas para *Monochamus*. Entre las primeras, encontramos importantísimos predadores de escolítidos, que muy probablemente se verían atraídos por el componente cairomonal del cebo utilizado, que entre otras sustancias, contiene Ipsenol, propia de *Ips* spp. y otros escolítidos. Entre los xilófagos, la mayoría son parásitos secundarios, que atacan a pies decadentes o muertos, desenvolviéndose sobre la madera putrefacta, en avanzado estado de descomposición; solo *Ips sexdentatus* puede considerarse realmente una amenaza primaria para el monte, cuando las circunstancias (pies debilitados por condiciones climáticas adversas o incendios, excesiva densidad de pies, o intervenciones selvícolas mal planificadas, con abandono de leñas en el monte (Dajoz 1980; Dajoz 1999; Coulson y Writer 1990)) propicien erupciones anormales de sus poblaciones, algo que viene siendo corriente desde

principios de los 90 en pinares de toda la comunidad de Castilla y León, con especial incidencia en las provincias de León y Zamora (Sierra y Martín 2004).

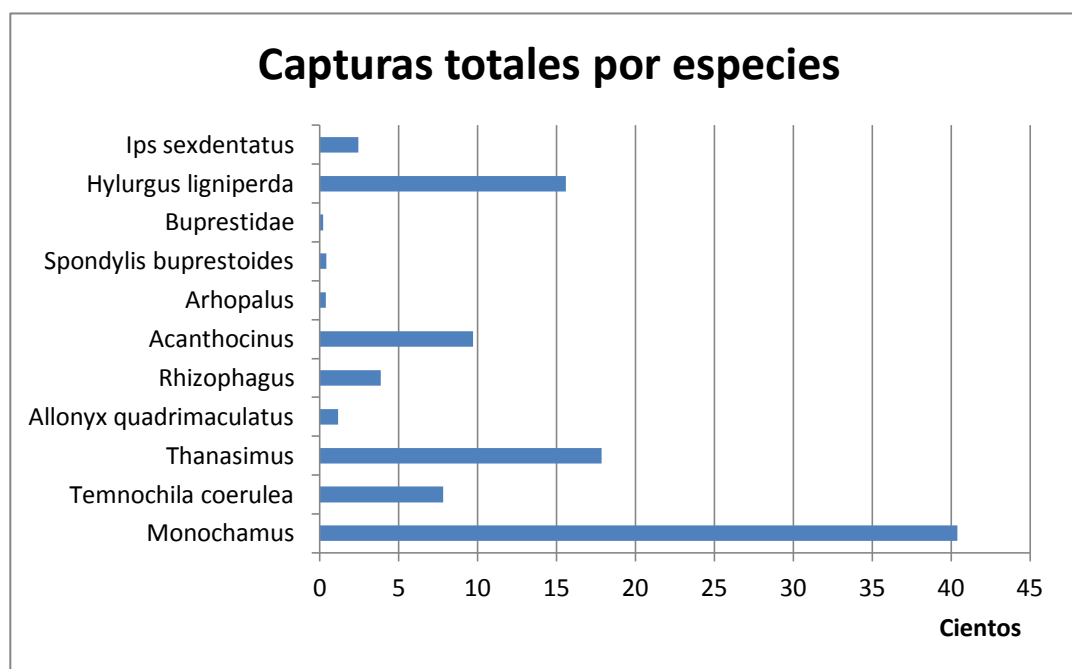


Figura 4.2. Capturas obtenidas de otras especies relevantes, además de *Monochamus galloprovincialis*. Depredadores de escolítidos: *Rhizophagus spp.*, *Allonyx quadrimaculatus*, *Thanasimus spp.*, y *Temnochila caerulea*; Xilófagos: *Ips sexdentatus*, *Hylurgus ligniperda* (Scolytidae), Buprestidae, *Arhopalus spp.*, *Acanthocinus spp.*, y *Spondylis buprestoides* (Cerambycidae).



Figura 4.3. Trampa Theyshon o de ranura, específica para la captura de escolítidos como *Ips sexdentatus*, instalada en el monte sometido a estudio (Fotografía de Javier Muñoz Saldaña).

4.2.1. Incidencia del trampeo sobre depredadores de escolítidos

Es muy conocido que numerosas especies que frecuentan los ambientes corticales y subcorticales de árboles atacados por escarabajos barrenadores de la corteza, se alimentan de los estados inmaduros y/o de adultos de dichos parásitos (Dahlsten 1982; Weslien 1992; Stephen et al. 1993). Normalmente, acuden a los árboles infestados atraídos por las sustancias feromonales de los escolítidos (Ipsenol, Ipsdienol, etc), o por volátiles emitidos por los pies atacados, como el etanol o el alfa-pineno; estas interacciones depredador-presa (parásito)-huésped, están altamente estudiadas y demostradas en especies como *Thanasimus formicarius*, *Temnochila caerulea*, y *Rhizophagus spp.* (Schroeder 1996, Pajares et al. 2008, Akkuzu et al. 2009).

Para dar una idea del importante papel que juegan estas especies, en su papel de depredadores de escolítidos, dentro del ecosistema forestal, baste decir que *Thanasimus formicarius* (la especie no objetivo más encontrada en nuestro estudio, con 1784 capturas), se alimenta de hasta 27 especies de escolítidos pertenecientes a 15 géneros (en negrita los encontrados en nuestro trampeo): *Dendroctonus*, *Dryocoetes*, ***Hylastes***, *Hylesinus*, *Hylurgops*, ***Hylurgus***, ***Ips***, *Leperesinus*, ***Orthotomicus***, *Pityogenes*, *Piyokteines*, *Polygraphus*, *Scolytus*, *Tomicus* y *Trypodendron*, que atacan coníferas (pinos, abetos, alerces...) y/o frondosas (robles, fresnos, chopos...) (Gauss 1954; Mills 1983; Tommeras 1988). Además, *Thanasimus* presenta una vida larga, de 4 a 10 meses (Gauss 1954), y una gran voracidad, tanto en la fase larvaria (consumen 44-57 larvas de escolítidos durante toda esta fase (Mills 1985, Hérard and Mercadier 1996; Dippel et al. 1997)), como en la etapa de adulto (pueden llegar a consumir de 0,86 a 2-3 escolítidos por día (Weslien y Regnander 1992; Faccoli y Stergulg 2004)).



Figuras 4.4, 4.5, y 4.6. Fotografías de los principales depredadores de escolítidos capturados en nuestras trampas: *Thanasimus formicarius*, *Temnochila caerulea* y *Rhizophagus spp.* Extraídas de López et al. 2007.

De igual forma, los efectos de la depredación de *Temnochila caerulea* y *Rhizophagus* spp. sobre la progenie de los barrenillos han resultado bastante notables; *Temnochila* redujo, en condiciones controladas de laboratorio, a más de la mitad la densidad inicial de nacimientos de *Ips sexdentatus* (Pajares et al. 2008), mientras que para la especie *Rhizophagus depressus*, se han registrado casos en los que la progenie de *Tomicus piniperda*, se ha reducido hasta un 41% debido al consumo por parte del depredador (Schroeder 1997).

En nuestro trampeo, el depredador que más se encontró fue *Thanasimus formicarius*, seguido de *Temnochila caerulea*, *Rhizophagus* spp., y *Allonyx quadrimaculatus*; en todos los casos, el número de individuos capturados se puede considerar como importante, y más si consideramos que las trampas y los atrayentes no iban dirigidos específicamente a la captura de escolítidos. A continuación, se presentan los datos concretos de las capturas:

Thanasimus formicarius

Revisiones	Incendio	No Incendio	Total
15/05/2011	197	22	219
28/05/2011	264	49	313
11/06/2011	159	14	173
25/06/2011	283	285	568
09/07/2011	66	300	366
23/07/2011	7	57	64
06/08/2011	0	5	5
20/08/2011	1	0	1
04/09/2011	0	0	0
17/09/2011	6	2	8
01/10/2011	12	1	13
15/10/2011	26	15	41
29/10/2011	11	2	13
	1032	752	1784

Temnochila caerulea

Revisiones	Incendio	No Incendio	Total
15/05/2011	91	13	104
28/05/2011	45	9	54
11/06/2011	4	0	4
25/06/2011	129	19	148
09/07/2011	140	23	163

23/07/2011	106	21	127
06/08/2011	79	35	114
20/08/2011	34	19	53
04/09/2011	6	0	6
17/09/2011	6	0	6
01/10/2011	0	0	0
15/10/2011	0	3	3
29/10/2011	0	0	0
	640	142	782

Rhizophagus spp.

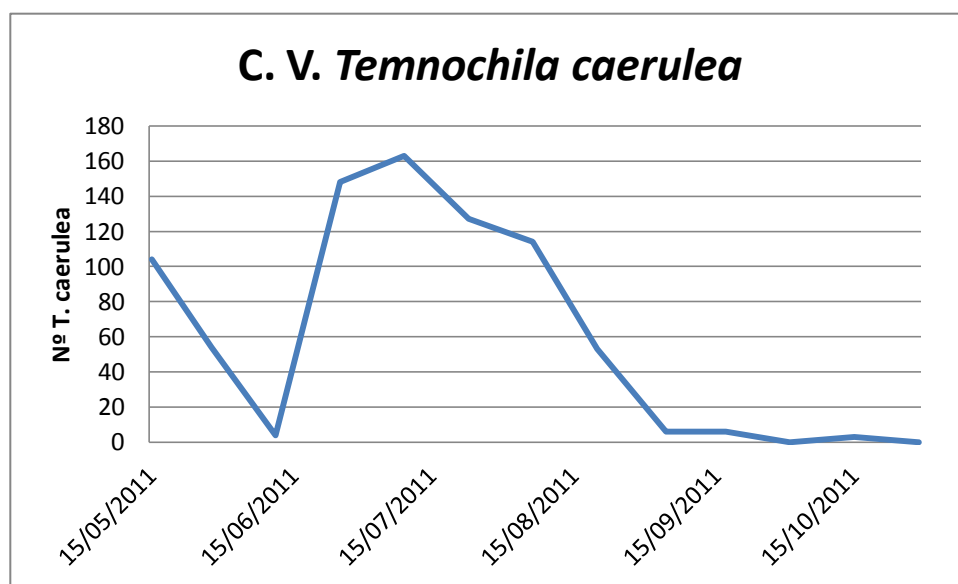
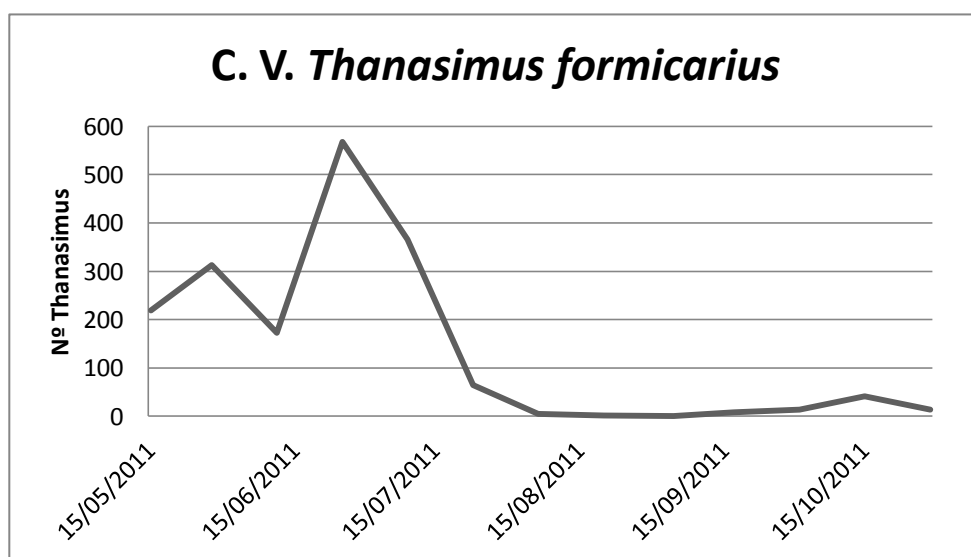
Revisiones	Incendio	No Incendio	Total
15/05/2011	3	0	3
28/05/2011	0	0	0
11/06/2011	10	5	15
25/06/2011	12	2	14
09/07/2011	6	0	6
23/07/2011	5	2	7
06/08/2011	16	4	20
20/08/2011	24	9	33
04/09/2011	53	39	92
17/09/2011	67	48	115
01/10/2011	26	14	40
15/10/2011	24	10	34
29/10/2011	1	5	6
	247	138	385

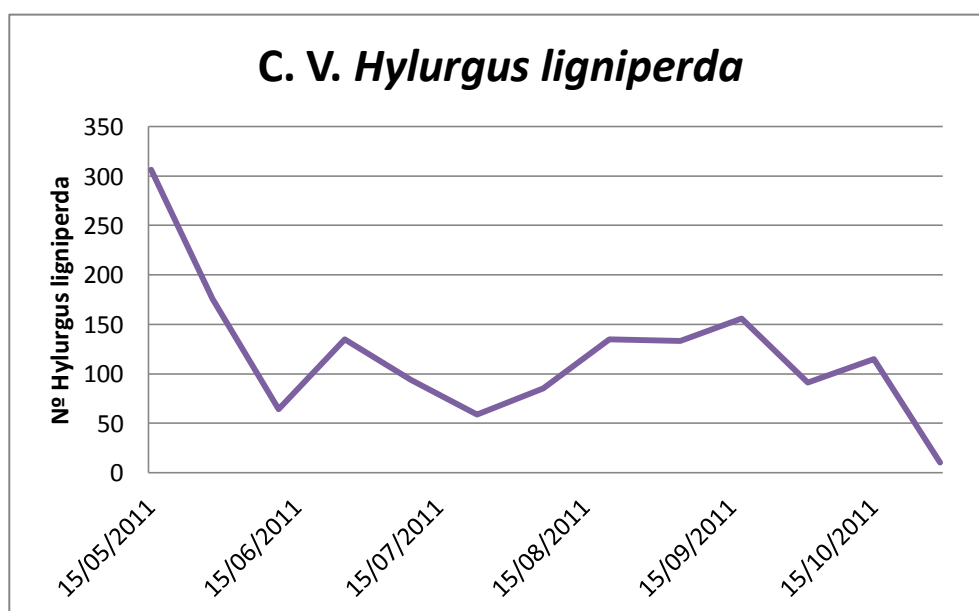
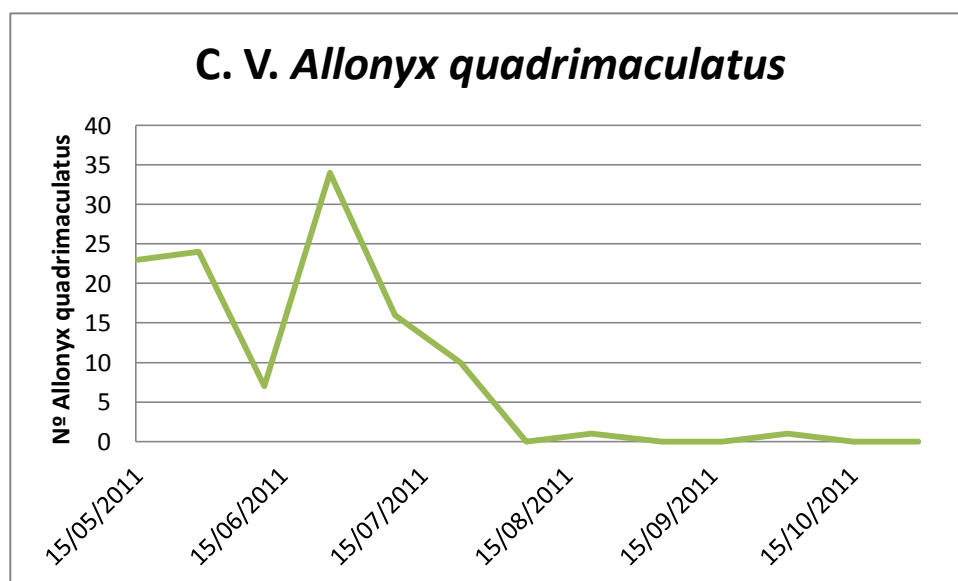
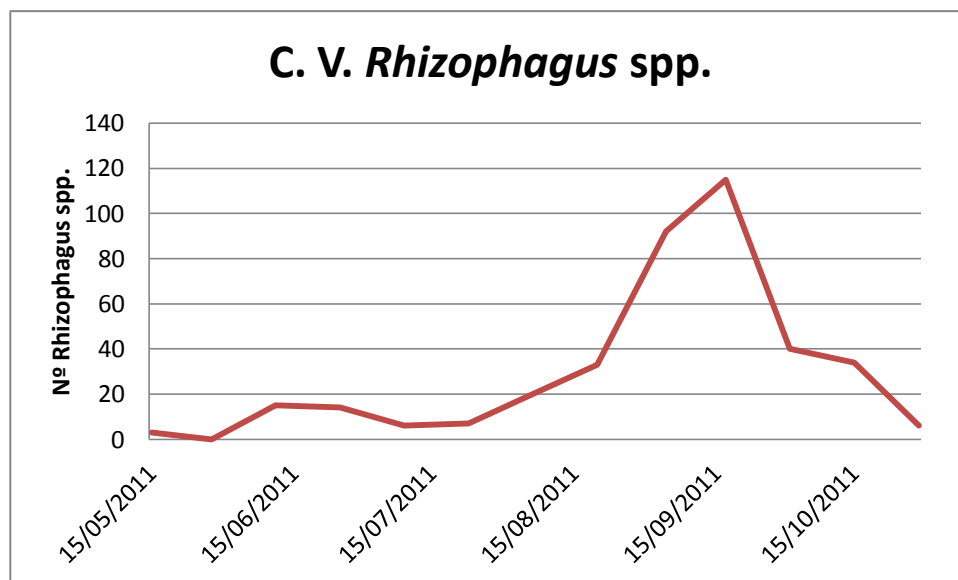
Allonyx quadrimaculatus

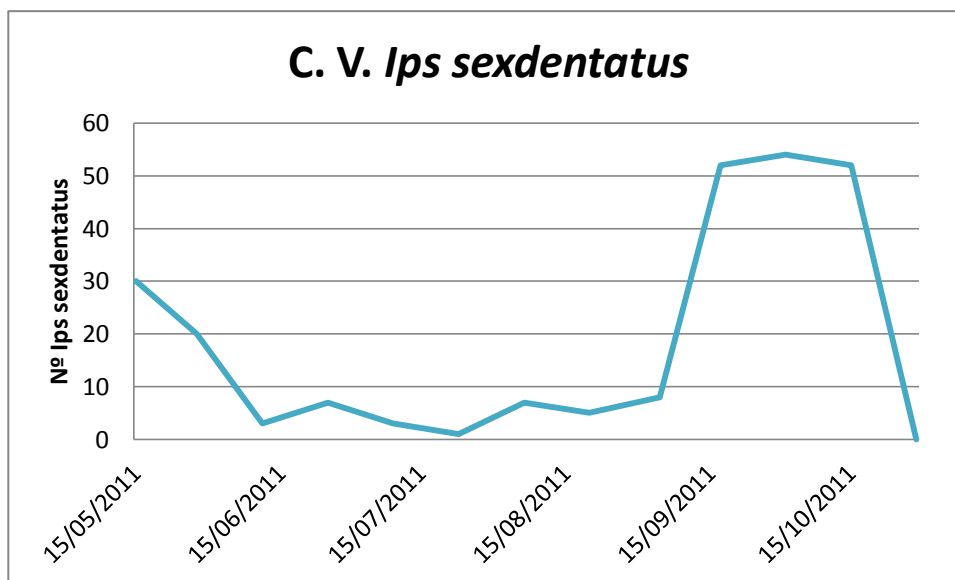
Revisiones	Incendio	No Incendio	Total
15/05/2011	18	5	23
28/05/2011	13	11	24
11/06/2011	4	3	7
25/06/2011	15	19	34
09/07/2011	6	10	16
23/07/2011	6	4	10
06/08/2011	0	0	0

20/08/2011	0	1	1
04/09/2011	0	0	0
17/09/2011	0	0	0
01/10/2011	1	0	1
15/10/2011	0	0	0
29/10/2011	0	0	0
	63	53	116

Para apreciar con más detalle la evolución de las capturas con el tiempo, y con la abundancia de escolítidos (solo consideraremos dos especies, *Hylurgus ligniperda* e *Ips sexdentatus*), insertamos las Curvas de Vuelo obtenidas para cada especie:







Como primera conclusión que podemos sacar de estas gráficas, está el hecho de que todas las especies se ven afectadas, en mayor o menor medida, por la temperatura (máxima diaria), pues al igual que en el caso ya visto de *Monochamus galloprovincialis*, todas las curvas (excepto la de *Rhizophagus* spp.) sufren un importante descenso a mediados de junio, cuando se registraron las temperaturas estivales más bajas.

Los picos de población son variables en función del desarrollo de cada especie, y para los depredadores, obtenemos solo un pico importante, que se da a mediados de julio para *Thanasimus*, *Temnochila* y *Allonyx*, y de forma más tardía, a mediados de septiembre, para *Rhizophagus*. En general, todos ellos han aparecido de forma regular durante todo el muestreo (mayo-finales de septiembre), lo más llamativo serían las bajas capturas obtenidas para *Thanasimus* a partir de mediados de agosto, cuando se supone, que entre estos depredadores, es el que posee un periodo de actividad más largo, que se puede extender desde los 4 a los 10 meses (Gauss 1954).

Aparentemente, no parece existir una relación muy marcada entre las curvas de depredadores y presas, si bien hay que tener en cuenta, que la mayoría de especialistas en alimentarse de escolítidos, lo hace sobre numerosas especies, y aquí solo estamos considerando dos; sin embargo, durante las revisiones se han podido identificar ejemplares de *Hylastes attenuatus*, *Orthotomicus erosus*, *Crypturgus* spp., *Pityophthorus* spp. y *Xyleborus* spp. (Gil y Pajares 1986; López et al. 2007).

Las tendencias poblacionales de *Hylurgus ligniperda* e *Ips sexdentatus* han resultado totalmente diferentes; *Hylurgus* mantiene bastantes individuos (+ de 100) durante toda la experiencia, pero las capturas máximas (+ de 300) se dieron al principio de la misma. Por el contrario, *Ips* muestra niveles

poblacionales más discretos, hasta llegar a septiembre, cuando se produce una gran erupción poblacional; González (2010) ya encontró en el mismo monte resultados similares, en revisiones de septiembre-octubre, y especialmente en la zona incendiada (+ de 18.000 individuos capturados en total). En otros estudios llevados a cabo sobre *Ips sexdentatus*, se han encontrado igualmente diferencias acusadas de capturas entre 1^{er}, 2^o y 3^{er} vuelo (pueden darse hasta tres generaciones anuales), con un aumento significativo en el último periodo, causado, probablemente, por el fuerte incremento de la densidad poblacional a lo largo del tiempo de estudio, y por la estacionalidad en la producción y respuesta feromonal de esta especie, como ya se ha observado en otros escolítidos (Lainier et al. 1972; Sierra y Martín 2004).

Con todo, las capturas de escolítidos, especialmente de *Ips sexdentatus*, se pueden considerar como escasas (algo positivo, ya que el trampeo no iba dirigido a su captura), mucho menos importantes que las de sus depredadores, el verdadero efecto indirecto de este tipo de estudios; hay que recordar, no obstante, que en nuestro monte, ya había instaladas trampas *Theyshon*, específicas para la captura masiva de escolítidos.

Por tanto, como se ha dicho, el verdadero problema a controlar en lo posible, es la entrada en las trampas de depredadores, debido a la atracción cairomonal de las mismas. Se han propuesto como posibles medidas atenuadoras, la posibilidad de que los depredadores y otras especies no objetivo puedan escapar de las trampas (algo que sin duda sucede, aunque no en la cuantía deseada del 100%), la periodicidad corta de las revisiones, para poder liberar los insectos vivos (una semana como máximo, lo ideal sería estudiar de forma precisa el tiempo de supervivencia de estos insectos una vez caen en la trampa), y la realización de modificaciones en trampas para la exclusión física de los enemigos naturales de los escolítidos (Sierra y Martín 2004; Martín et al. 2010).

4.2.2. Principales cerambícidos capturados

Como insectos que más probablemente entrarían dentro del espectro de la feromona de *Monochamus galloprovincialis*, o de los atrayentes cairomonales utilizados, por poseer hábitos de alimentación y comportamiento similares a la especie objetivo, estarían los emparentados con él, es decir los cerambícidos (*Cerambycidae*). Durante toda la experiencia, se han capturado un total de 5133 coleópteros cerambícidos, de los que un 79% fueron de la especie objetivo, el resto se reparten entre hasta 9 especies; de éstas, la más encontrada fue *Acanthocinus griseus*, con un 89% de las capturas de “Otros Cerambícidos”. Junto con *Acanthocinus* spp., destacan otras especies xilófagas, que gustan de la madera seca o en avanzado estado de

descomposición, y que tradicionalmente proliferan en zonas recientemente afectadas por el fuego, como son: *Arhopalus* spp., *Spondylis buprestoides* y *Rhagium inquisitor*. Además resaltar la presencia de *Vesperus brevicollis*, especie propia del Sistema Central (Guadarrama, Gredos y Béjar), y de *Cribroleptura stragulata*, cerambícido que no es raro en las zonas montañosas ibéricas de la mitad septentrional, pero que es casi endémico de la Península Ibérica, adentrándose muy ligeramente en las estribaciones francesas (Vives 2001).

Relación de capturas totales de “Otros Cerambícidos”:

<i>Acanthocinus griseus</i>	970
<i>Acanthocinus aedilis</i>	12
<i>Arhopalus</i> spp.	36
<i>Spondylis buprestoides</i>	42
<i>Rhagium inquisitor</i>	21
<i>Vesperus brevicollis</i>	7
<i>Xylotrechus arvicola</i>	2
<i>Cribroleptura stragulata</i>	1
<i>Prionus coriarius</i>	2
Total	1093

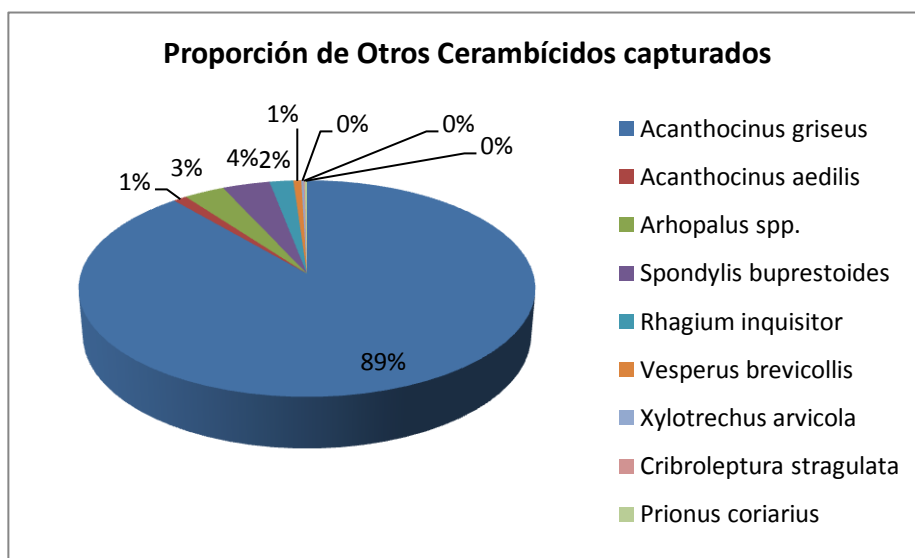


Figura 4.7. *Acanthocinus griseus* ha sido, después de *Monochamus galloprovincialis*, el cerambícido más capturado (970 capturas), suponiendo el 89% de las capturas de entre “Otros Cerambícidos” (el siguiente es *Spondylis buprestoides* con 42 capturas).

Fotografía de H. Tanner, extraída del sitio web: <http://www.koleopterologie.de/gallery/index.html>.

4.2.3. Relación de todos los órdenes de insectos aparecidos

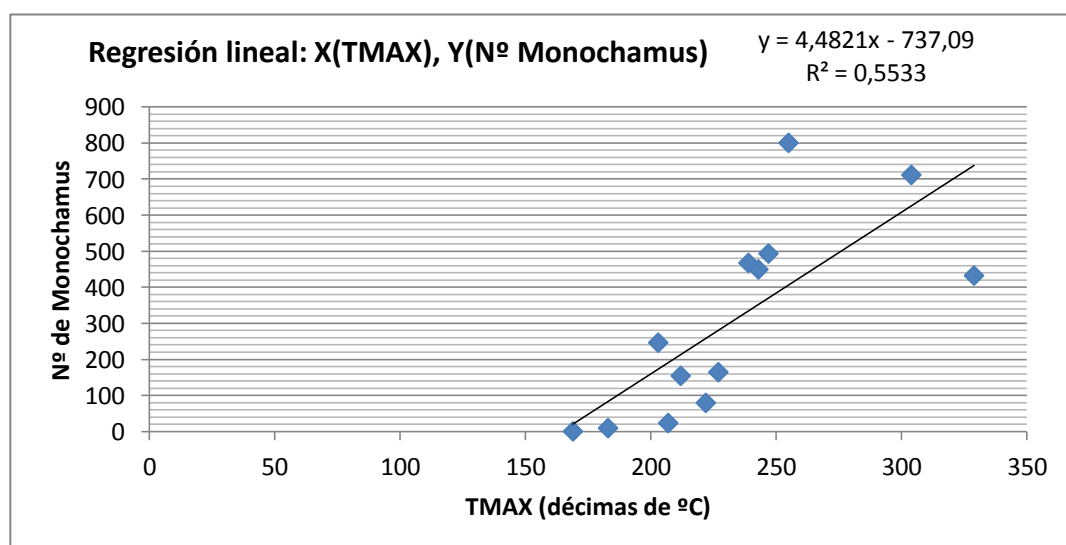
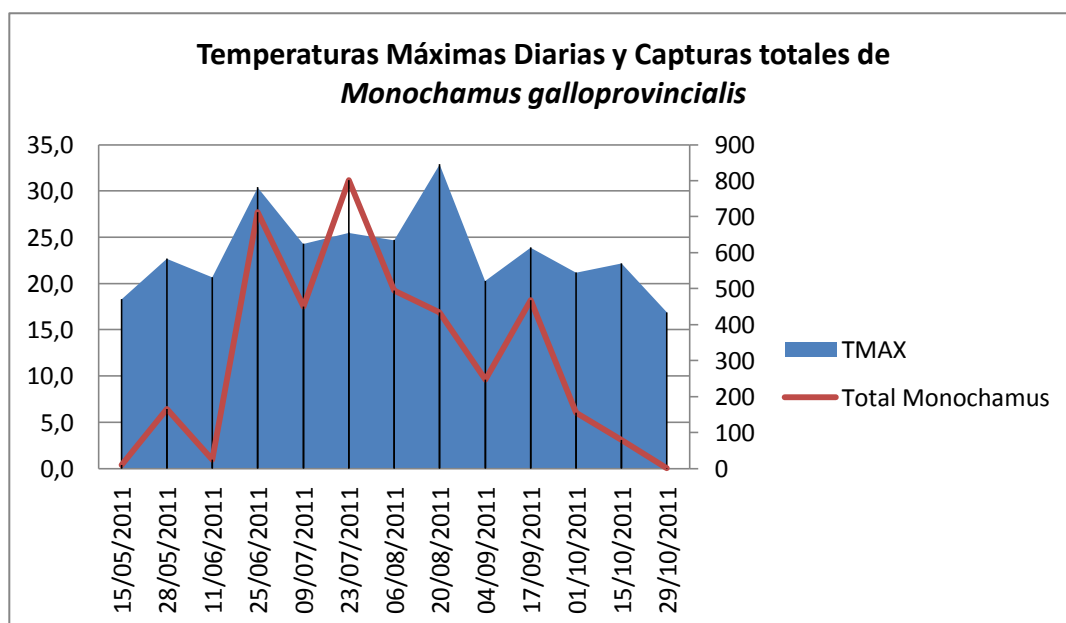
Se presenta a continuación una tabla con la relación de todos los órdenes de insectos que se encontraron (y se identificaron satisfactoriamente (Chinery 2001; Leraut 2007)) en las sucesivas revisiones de las trampas; en cada caso se dará la especie más destacada recolectada, y en el caso particular de los coleópteros (*Coleoptera*) la relación será de familia y de especie. Hay que señalar, que en la mayoría de los casos (excepto los ya vistos para escolítidos, sus depredadores, y otros cerambícidos xilófagos) las capturas no responden a una explicación lógica, sino que se trata más bien de casualidades, sin que medie una atracción real hacia la trampa.

ORDEN	FAMILIA	Especie característica recolectada
<i>Coleóptera</i>	<i>Cerambycidae</i>	<i>Monochamus galloprovincialis</i>
	<i>Cleridae</i>	<i>Thanasimus formicarius</i>
	<i>Scolytidae</i>	<i>Hylurgus ligniperda</i>
	<i>Tenebrionidae</i>	<i>Diaperis boleti</i>
	<i>Elateridae</i>	<i>Coroebus signatus</i>
	<i>Meloidae</i>	<i>Mylabris spp.</i>
	<i>Staphylinidae</i>	<i>Lathrobium spp.</i>
	<i>Scarabeidae</i>	<i>Onthopagus spp.</i>
	<i>Curculionidae</i>	<i>Pissodes castaneus</i>
	<i>Buprestidae</i>	<i>Calcophora mariana</i>
	<i>Coccinellidae</i>	<i>Coccinella septempunctata</i>
	<i>Trogositidae</i>	<i>Temnochila caerulea</i>
	<i>Monotomidae</i>	<i>Rhizophagus spp.</i>
	<i>Crisomelidae</i>	<i>Chrysolina spp.</i>
	<i>Cantharidae</i>	<i>Cantharis spp.</i>
	<i>Anobidae</i>	<i>Ptinus sexpunctatus</i>
	<i>Dermestidae</i>	-
	<i>Histeridae</i>	-
	<i>Lampyridae</i>	<i>Lampyris nocticula</i>
	<i>Silphidae</i>	<i>Nicrophorus spp.</i>
<i>Lepidóptera</i>	-	<i>Lymantria dispar</i>
<i>Blattodea</i>	-	<i>Supella longipalpa</i>
<i>Hemíptera</i>	-	<i>Cercopis vulnerata</i>
<i>Ortóptera</i>	-	<i>Oedipoda spp.</i>
<i>Phasmida</i>	-	<i>Leptynia hispanica</i>
<i>Dictyoptera</i>	-	<i>Mantis religiosa</i>
<i>Dermáptera</i>	-	<i>Forficula auricularia</i>
<i>Neuróptera</i>	-	<i>Myrmeleon spp.</i>
<i>Diptera</i>	-	<i>Musca domestica</i>
<i>Hymenóptera</i>	-	<i>Rhyssa persuasoria</i>
<i>Mecóptera</i>	-	<i>Panorpa spp.</i>
<i>Raphidióptera</i>	-	<i>Raphidia spp.</i>

4.3. Curva de vuelo de *Monochamus galloprovincialis* frente a TMÁX diaria

Ya se ha puesto de manifiesto en varias ocasiones, la importante influencia en el desarrollo y comportamiento, que tiene la temperatura para *Monochamus galloprovincialis*, y para prácticamente cualquier insecto. En este apartado, se va a intentar establecer una relación entre las variables TMD y capturas de *Monochamus*; los datos climatológicos utilizados, son los correspondientes a la estación meteorológica del Puerto del Pico (Ávila), la más cercana a la zona de estudio, y se han corregido convenientemente según las diferencias de cota altitudinal (Gómez 2007).

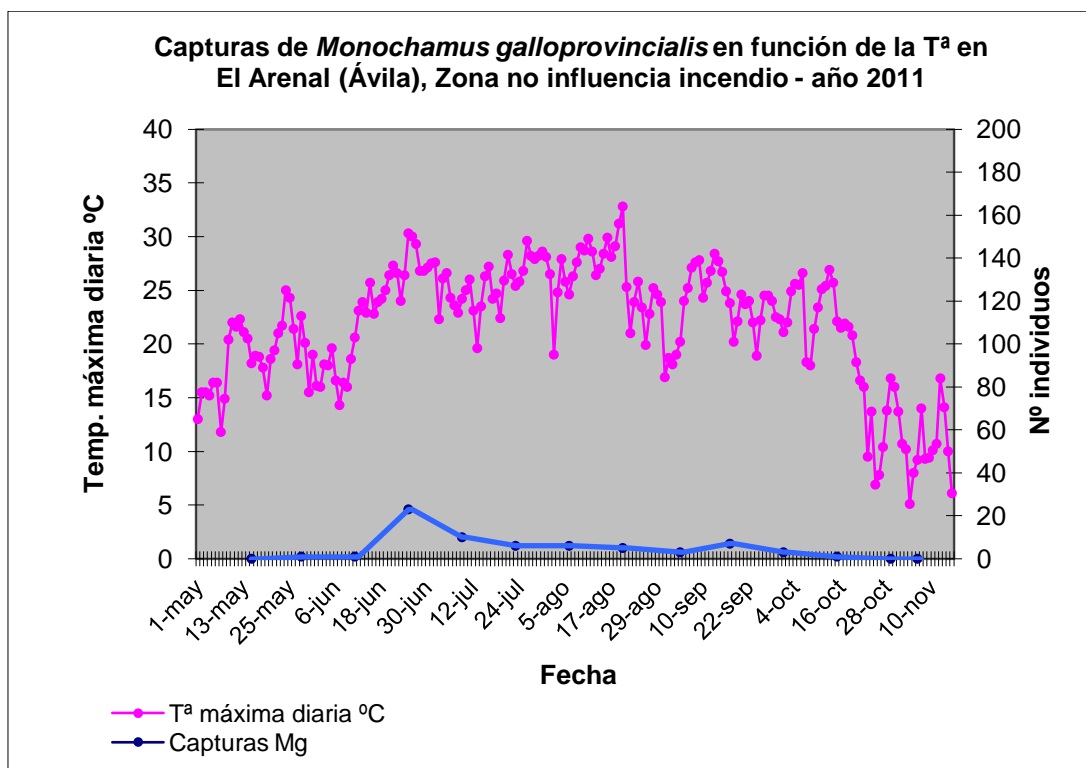
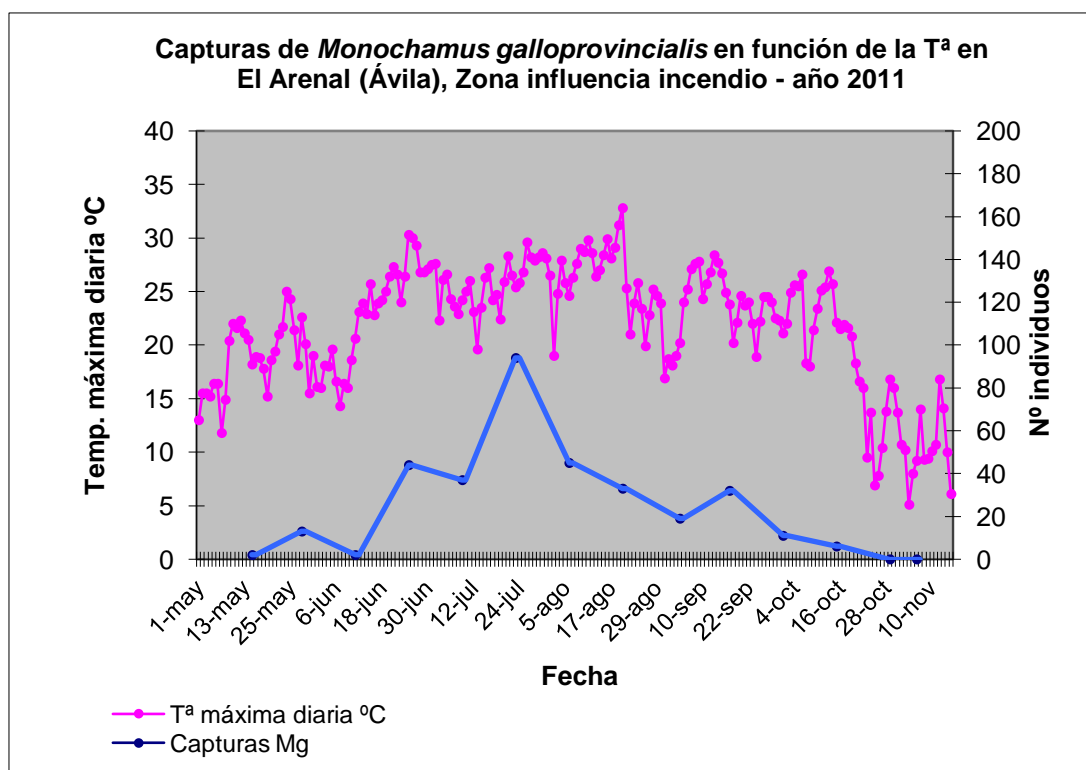
Primeramente, superpondremos a la curva de vuelo del insecto (capturas totales), la curva de temperaturas máximas diarias, y aplicaremos un análisis de regresión a los datos para conocer el grado de su interrelación.



El análisis de regresión, con un coeficiente de determinación R^2 bastante discreto ($=0,55$), indica que, en este caso, no se puede establecer una relación muy marcada entre temperaturas y capturas de *Monochamus*; sin embargo, lo que sí que parece claro, es que mayores temperaturas darán lugar a mayores capturas (en realidad una mayor temperatura implica una mayor actividad, y en el número de insectos influye mucho la capacidad de poder multiplicarse (presencia de material vegetal idóneo)), según indica la línea de la regresión. Esto está ampliamente aceptado, y las temperaturas máximas diarias constituyen uno de los parámetros más influyentes en el ciclo vital del insecto (emergencias más o menos tardías, necesidad de hasta dos años para completar desarrollo, etc.) (Sousa et al. 2008, *Dirección General de Gestión Forestal*, Gobierno de Aragón 2010, Hernández et al. 2011).

Para una mejor interpretación de los datos, se dan dos gráficas, una de la zona con influencia del incendio, y la otra de la zona sin influencia, donde se representa la curva de *Monochamus* considerando solo las capturas medias de las trampas con líquido (datos más fiables, pues todo lo que cae queda en la trampa), y la curva de TMD considerando todos los datos diarios. En ambas gráficas se pueden diferenciar dos picos poblacionales (mucho más importantes en cuanto al número de individuos capturados en la zona del incendio) a mediados de julio y a mediados de septiembre, pero las relaciones a extraer respecto a la curva de temperaturas son ciertamente escasas.

Sí que parece claro que cuando las temperaturas máximas diarias se mantienen por debajo de los 20°C (al principio y al final de la experiencia) las capturas (medias) de *Monochamus* se reducen mucho o son nulas, que en primavera, a partir de esos 20°C , comienzan las capturas más o menos sostenidas del insecto, y que el máximo poblacional no tiene por qué coincidir con los valores máximos de temperatura (se da en junio-julio, y las máximas temperaturas estivales en agosto).



(*) Gráficas elaboradas por Eudaldo González Rosa.

4.4. Idoneidad, efectividad y selectividad de las trampas utilizadas

En este trabajo, solo se utilizaron trampas “crosstrap” o de interceptación de vuelo, y aunque parece que puede ser un modelo bastante aceptable para el trampeo de *Monochamus galloprovincialis* y especies similares, se destacan algunos inconvenientes detectados:

- Estructura bastante frágil, poco resistente a las inclemencias del tiempo como viento, lluvia, etc.; especialmente en las trampas más usadas, se dieron continuas roturas en los paneles laterales y orificios de enganche con la tapa superior, y caídas de toda la trampa o del bote colector.
- Es común la entrada en estas trampas de especies diferentes a las que son objeto de captura; en nuestro caso, se han registrado especies de 13 órdenes de insectos distintos.
- Especialmente en las trampas sin líquido en el bote colector, los insectos que caen pueden escapar fácilmente, se encontraron casos (incluidos individuos de *Monochamus*) en los que el insecto se desplazaba por el conducto que une embudo y bote colector; este problema puede tener una menor incidencia en las trampas más nuevas, dotadas de sustancia antiadherente en sus superficies.
- En las trampas con captura de ejemplares vivos, se encontraron muchos muertos en las sucesivas revisiones, aunque quizás el espacio entre dichas revisiones (2 semanas) fue algo excesivo.

De todas estas observaciones, se deduce que aún son necesarios más estudios similares y evaluaciones de este y otros modelos de trampas, para irlos mejorando cada vez más, y para ver si realmente hay alguno que sea objetivamente más adecuado para el trampeo de *Monochamus galloprovincialis*. Los datos apuntados ya han sido reconocidos en varias ocasiones, dándose alguno de los inconvenientes en varios modelos distintos (“crosstrap”, “multiembudo”, “Theyshon”...) (Centeno 2009; Mas et al. 2009; Hernández et al. 2011), por lo que se puede afirmar que no existe una trampa “perfecta” para *Monochamus*; recientemente, Hernández et al. (2011) proponen como trampa más adecuada para capturas de *Monochamus galloprovincialis*, la conocida como “TorreLSF”, en la cual se minimizan las fugas del insecto.



Figura 4.8. Modelo de trampa conocido como “TorreLSF”, que parece funcionar muy bien para el trampeo de *Monochamus galloprovincialis*. La trampa debe dotarse de los atrayentes adecuados, y después de clavada su barra en el suelo, queda colgada a unos 150 cm de altura desde el mismo; alternatively, también se puede colgar directamente de las ramas bajas de los pinos (Hernández et al. 2011).

En cuanto a la efectividad de las trampas, se estudió la posibilidad de qué alternativa funcionaba mejor (o capturaba más *Monochamus*), si las trampas con líquido en su bote colector (captura con muerte) o las que carecían del mismo (captura de insectos vivos). Se debería esperar una mayor efectividad en el primer caso (todo lo que cae en la trampa queda dentro), además como los insectos mueren rápidamente, no interaccionan entre ellos, por lo que se evita la depredación, mutilaciones de patas y antenas (elementos cruciales para el sexado de *Monochamus*), etc.; por contra, si el tiempo entre revisiones es largo, las pudriciones son comunes, y el diseño de colores de los insectos se pierde rápidamente, además no se podrían liberar las especies no objetivo. Se entiende que esta última razón, y el hecho de que se necesiten ejemplares vivos para su estudio (en el caso de *Monochamus*, esta premisa es imprescindible si se quiere evaluar si los imagos portan el nematodo del pino, o si se está trabajando sobre sus capacidades de vuelo (deben ser marcados, liberados, y recapturados de nuevo)), serían las principales para optar, por el trampeo sin líquido ni insecticida, en teoría menos efectivo.

Con todo, nuestros resultados, muestran que del total de *Monochamus galloprovincialis* capturados, un 51% procedían de las trampas sin líquido, y un 49% de las trampas con líquido, por lo que finalmente, la efectividad de ambos tipos de trampa ha resultado muy similar; la elección de una de las dos modalidades de trampeo, debería atender en este caso, a otras de las razones apuntadas anteriormente.

Capturas totales de *M.g.* en trampas con y sin líquido:

Revisiones	Líquido	Seco	Total
15/05/2011	10	0	10
28/05/2011	76	89	165
11/06/2011	11	13	24
25/06/2011	338	374	712
09/07/2011	198	252	450
23/07/2011	496	305	801
06/08/2011	251	243	494
20/08/2011	189	244	433
04/09/2011	110	137	247
17/09/2011	196	272	468
01/10/2011	65	90	155
15/10/2011	28	52	80
29/10/2011	1	0	1
	1969	2071	4040

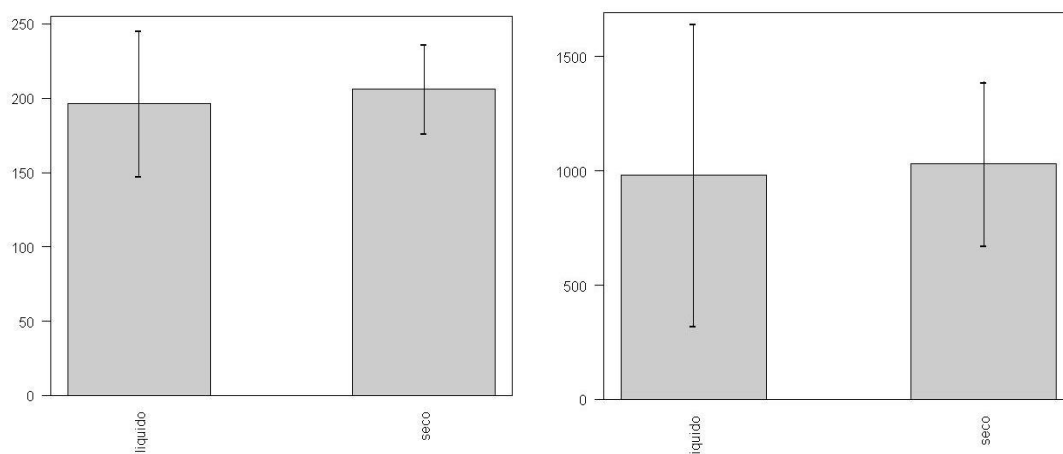


Figura 4.9. Capturas medias (líquido/seco) en las dos zonas (sin/con influencia del incendio); la superposición más o menos exacta de las variaciones (desviaciones respecto de la meda) indica el grado de significación de las diferencias, en este caso no resultan significativas.

Por último, se ha evaluado la selectividad de ambos sistemas de trampeo, algo muy a considerar en trabajos de este tipo; en principio, las trampas sin líquido serían preferibles, pues aunque caigan especies no objetivo, estas no mueren inmediatamente, y tienen la posibilidad de escapar, o bien, si las revisiones se realizan a intervalos cortos de tiempo (menos de una semana), insectos beneficiosos como los depredadores, pueden ser liberados durante las mismas, y tendríamos así un efecto positivo, ya que los enemigos naturales atraídos y atrapados se alimentarían entonces abundantemente de los patógenos capturados, y se vería favorecida su supervivencia y capacidad reproductiva (Sierra y Martín 2004).

Usaremos el ratio [*Monochamus* atrapados / Otros *Cerambícidos* atrapados] como una medida de la selectividad de ambos tipos de trampa; tenemos que no existe diferencia significativa entre ellas, y resultaron ser aceptablemente selectivas, con ratios de 3,6 y 3,8 para trampas con y sin líquido respectivamente. Además, se inserta un gráfico que compara los ratios de capturas por *Monochamus* atrapado [N° individuos especie "x" / N° individuos *Monochamus*] considerando las cifras de capturas totales, de las especies que más se pueden haber sentido atraídas hacia las trampas; el valor mayor de este ratio se obtiene para el clérido *Thanasimus formicarius* (30%), resultando que por cada 100 *Monochamus* atrapados, se recogieron también 30 especímenes de *Thanasimus*.

Capturas totales de *M.g.* y Otros Cerambícidos en trampas con y sin líquido:

Revisiones	Líquido		Seco	
	Monochamus	Otros cerambícidos	Monochamus	Otros cerambícidos
15/05/2011	10	9	0	1
28/05/2011	76	23	89	39
11/06/2011	11	11	13	7
25/06/2011	338	41	374	26
09/07/2011	198	47	252	32
23/07/2011	496	122	305	67
06/08/2011	251	123	243	130
20/08/2011	189	30	244	78
04/09/2011	110	62	137	71
17/09/2011	196	67	272	72
01/10/2011	65	13	90	19
15/10/2011	28	0	52	3
29/10/2011	1	0	0	0
	1969	548	2071	545
Ratios		3,6		3,8

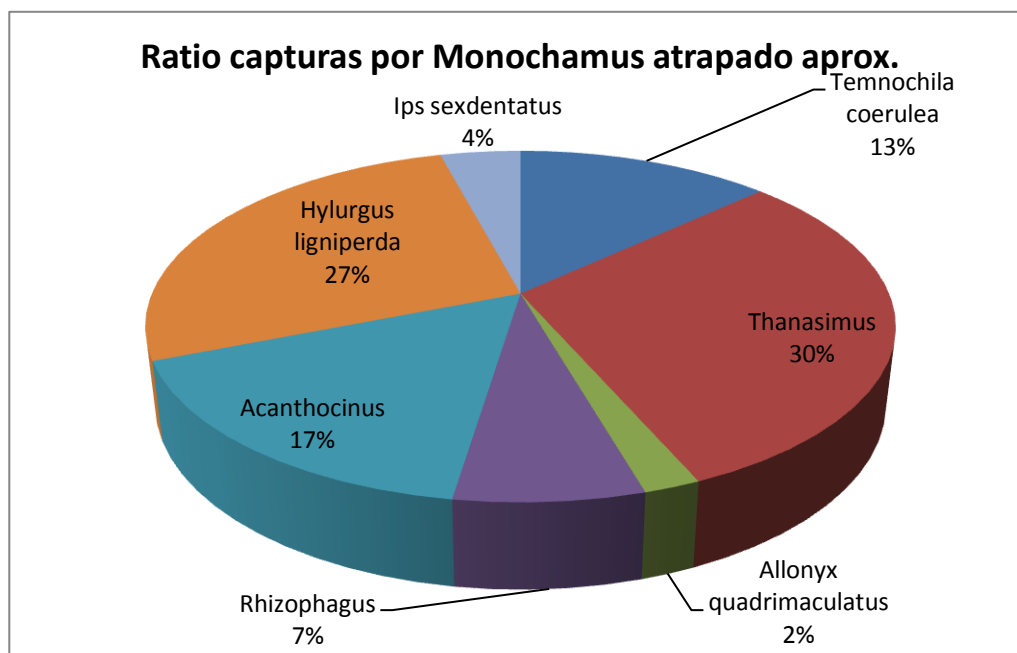


Figura 4.10. Gráfico que compara las capturas de las principales especies no objetivo respecto a las de *Monochamus galloprovincialis* (cifras totales); solo deben tomarse como datos orientativos, que ayudan a evaluar la selectividad de las trampas utilizadas y sus atrayentes.

5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones obtenidas son:

- *Monochamus galloprovincialis* sería una especie abundante en la zona sometida a estudio, los montes de El Arenal, en la Sierra de Gredos (Ávila).
- El atrayente feromonal-cairomonal utilizado se ha mostrado muy eficaz para el estudio y manejo tanto de hembras, como en menor medida, machos, de *Monochamus galloprovincialis*.
- Ha habido vuelo de adultos desde mediados de mayo hasta mediados de octubre, dándose el pico de capturas a finales de julio.
- *Monochamus* parece presentar en la zona dos máximos de población, que se corresponderían con dos oleadas de emergencias, el primero sería a mediados de julio, y el segundo, más tardío, a mediados de septiembre; sería interesante confirmar estas tendencias en futuras experiencias.
- El ciclo del insecto estaría afectado de forma importante por la temperatura, concretamente por las temperaturas máximas diarias; se constata un descenso acusado de las capturas cuando la TMD desciende por debajo de los 20°C.
- Igualmente, las condiciones del monte tras el incendio, parecen influir sobre las poblaciones de *Monochamus*; de los 4040 individuos capturados desde el 15-5-2011 al 29-10-2011, un 75% correspondieron a la zona influenciada por el incendio. Estas mayores abundancias en la zona incendiada también se han registrado para otros cerambícidos xilófagos como *Acanthocinus griseus* y *Arhopalus* spp. (del total de xilófagos importantes y depredadores capturados, un 72% procedían de la zona influenciada por el incendio de 2009).
- Se han registrado capturas muy importantes de depredadores de escolítidos como *Thanasimus formicarius*, *Temnochila caerulea*, y *Rhizophagus* spp., algo que parece ser habitual en este tipo de trampeos, pero que debe minimizarse en lo posible.
- Las trampas utilizadas, tipo “crosstrap” o de interceptación de vuelo, aunque capturan bastantes *Monochamus*, presentan los siguientes inconvenientes: poca resistencia frente a las inclemencias del tiempo como el viento, la lluvia, etc., y la posibilidad de escape de los insectos recolectados. En las trampas de más reciente fabricación, estas adversidades parecen atenuarse de forma importante.
- En los dos sistemas de trampeo utilizados (con o sin líquido en el bote colector), no se obtuvo una efectividad diferencial entre ellos: del total de *Monochamus galloprovincialis* capturados, un 51%

procedían de las trampas en seco, y un 49% de las trampas con líquido.

- La selectividad, tampoco mostró diferencias significativas entre sistemas de trapeo; utilizando el ratio [*Monochamus* / Otros Cerambícidos] como indicador, se obtienen valores, bastante aceptables, de 3,6 y 3,8 para trampas con o sin líquido respectivamente.
- Durante toda la experiencia, han caído en las trampas especies de todo tipo, pertenecientes a 13 órdenes de insectos diferentes, siendo el más representado el orden Coleóptera; la especie no objetivo más recolectada fue *Thanasimus formicarius* (Coleóptera, Cleridae), con 1784 capturas.
- Los datos de *Monochamus galloprovincialis*, relativos a su periodo de vuelo, sus mayores abundancias en zonas incendiadas, el ratio diferencial de capturas a favor de las hembras, etc., han seguido una tendencia similar a la obtenida en la misma y otras zonas de similares características de España.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ABELLEIRA, A., PÉREZ-OTERO, R., y MANSILLA, J.P. 2007. Estudio del género *Bursaphelenchus* Fuchs y de *Monochamus galloprovincialis* Olivier, en la Comunidad Autónoma de Galicia. [http://www.efadip.org/comun/publicaciones/Comunicaciones/2007/Bursaphelenchus\(SECF_palencia\).pdf](http://www.efadip.org/comun/publicaciones/Comunicaciones/2007/Bursaphelenchus(SECF_palencia).pdf)
- ACOSTA, J., KRAJNC, B., GONZÁLEZ, G. y SOLLA, A. 2009. *Monochamus galloprovincialis* en masas de *Pinus pinaster* al norte de Extremadura. 5º Congreso Forestal Español, septiembre 2009, Ávila.
- AKKUZU, E., SARIYILDIZ, T., KUCUK, M. y DUMAN, A. 2009. *Ips typographus* (L.) and *Thanasimus formicarius* (L.) populations influenced by aspect and slope position in Artvin-Hatila valley national park, Turkey. *African Journal of Biotechnology*. **8**(5):877-882.
- CADAHÍA, D. 1999. *Bursaphelenchus xylophilus*. Peligro próximo para los pinares de España y Portugal. *Terralia*. **10**.
- CASSADA, R.C., y RUSSELL, R.L. 1975. The dauerlarva, a post-embryonic developmental variant of the nematode *Caenorhabditis elegans*. *Dev. Biol.* **46**: 326-342.
- CASTRO, J. DE y BLANCO, I. 1993. Los Cerambycidae (Coleoptera) del norte de la provincia de Cáceres: distribución y claves sistemáticas, *Aegyptus*. **11**: 21-58.
- CENTENO, F. 2009. Seguimiento de *Monochamus galloprovincialis* mediante compuestos feromonales-cairomonales en una zona incendiada. Dirección General de Gestión Forestal. Departamento de Medio Ambiente. Gobierno de Aragón. http://www.marm.es/es/biodiversidad/temas/montes-y-politica-forestal/v_taller_escolitidos_monochamus_tcm7-23945.pdf
- CHINERY, M. 2001. *Guía de los Insectos de Europa*. Ediciones Omega, Barcelona, 320 pp.
- COULSON, R. y WRITER, J. 1990. *Entomología Forestal: ecología y control*. Ed. Limusa. 575-675.
- CROWSON, R.A., 1955. *The natural classification of the families of Coleoptera*. Nathaniel Lloyd. London. 187 pp.
- DAHLSTEN, D.L. 1982. Relationships between bark beetles and their natural enemies. In: Bark beetles in North American conifers (J.B. Mitton y K.B. Sturgeon eds.). *University of Texas press*, Austin, 140-182.
- DAJOZ, R. 1980. *Écologie des insectes forestiers*. Gauthier-Villars. 376-394.

DAJOZ, R. 1999. *Entomología Forestal: los insectos y el bosque*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 377-433.

DIPPEL, C., HEIDGER, C., NICOLAI, V. y SIMON, M. 1997. The influence of four different predators on bark beetles in European forest ecosystems (Coleoptera: Scolytidae). *En. Gen.* **21**: 161-175.

DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN FORESTAL, GOBIERNO DE ARAGÓN. 2010. *Monochamus galloprovincialis*. Departamento de Medio Ambiente, Informaciones técnicas. **1/2010**.

DIRECTIVA 77/93/CEE del Consejo, de 21 de diciembre de 1976, relativa a las medidas de protección contra la introducción en los Estados Miembros de organismos nocivos para los vegetales o productos vegetales DO L 26 de 31.1.1977, p. 20/54 (DA, DE, EN, FR, IT, NL) Edición especial en español: Capítulo 03 Tomo 11 p. 0121.

EPPO 2009. EPPO PM Standard 9/1 (3) *Bursaphelenchus xylophilus* and its vectors: procedures for official control.

EPPO 2010a. EPPO Reporting Service, nº 3 (2010/051). 2010-03-01.

EPPO 2010b. EPPO Reporting Service, nº 11 (2010/202). 2010-11-01.

FACCOLI, M. y STERGULC, F. 2004. *Ips typographus* (L.) pheromone trapping in south Alps: spring catches determine damage thresholds. *J. Appl. Entomol.* **128**: 307-311.

FEYTAUD, J. 1950. Les Coléoptères du pin maritime. *Annales de l'École National des Eaux et Forêts et de la Station de Recherches y Experiences Forestières de Nancy*. **12**(1): 60-67.

FUTAI, K., 2003. Pine wilt disease: various biological relationships and resulting events. *Proceedings: IUFRO Forest Insects Population Dynamics and Host Influences*. Kanazawa 2003. 5pp.

GAUSS, R. 1954. Der ameisenbunkäfer *Thanasimus formicarius* latr. als borkenkäferfeind. In: Die grosse Borkenkäferkalamität in Südwest-Deutschland (Wellenstein, G. ed.). 417-429.

GIL, L.A. y PAJARES, J.A. 1986. *Los escolítidos de las coníferas en la Península Ibérica*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Madrid, 194 pp.

GÓMEZ, V. 2007. *Caracterización básica de biotopos forestales*. Servicio de Reprografía de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal, Madrid, 107 pp.

GONZÁLEZ, C. 1995. Catálogo de los Cerambycoides de Aragón. *Catalogus de la Entomofauna Aragonesa*. **6**(9): 3-14.

GONZÁLEZ, E. 2010. Trampeo en zonas afectadas por incendio: caso de Arenas de San Pedro (Ávila), año 2010. Documento sin publicar.

GOVERN DE LES ILLES BALEARS. 2009. Conselleria de Medi Ambient i Mobilitat. Trampeo de *Monochamus galloprovincialis* (Olivier, 1795) en Mallorca durante 2009. V Taller de Feromonas – Madrid 2010. http://www.marm.es/es/biodiversidad/temas/montes-y-politica-forestal/trampeo_monochamus_tcm7-23942.pdf

HANKS, L.M., PAINE, T.D., MILLAR, J.G. y HOM J.L. 1995. Variation among *Eucalyptus* species in resistance to eucalyptus longhorned borer in Southern California. *Entomol. Exp. Appl.* **74**: 185-194.

HANKS, L.M. 1999. Influence of the larval host plant on reproductive strategies of cerambycid beetles. *Annu. Rev. Entomol.* **44**: 483-505.

HÉRARD, F. y MERCADIER, G. 1996. Natural enemies of *Tomicus piniperda* and *Ips acuminatus* (Col. Scolytidae) on *Pinus sylvestris* near Orléans, France: temporal occurrence and relative abundance, and notes on eight predatory species. *Entomophaga*. **41**: 183-210.

HERNÁNDEZ, R., ORTIZ, A., PÉREZ, V., GIL, J.M. y SÁNCHEZ, G. 2011. *Monochamus galloprovincialis* (Olivier, 1795) (Coleoptera: Cerambycidae), comportamiento y distancias de vuelo. *Bol. San. Veg. Plagas*. **37**: 79-96.

IBEAS, F., GALLEGU, D., DIEZ, J.J. y PAJARES, J.A. 2007. An operative kairomonal lure for managing pine sawyer beetle *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera: Cerambycidae). *J. Appl. Entomol.* **131**(1): 13-20.

KIYOHARA, T. y TOKUSHIGE, Y. 1971. Inoculation experiments of a nematode, *Bursaphelenchus* sp., onto pine trees (Japanese with English summary). *J. Jpn. For. Soc.* **53**: 210-218.

LAINIER, G.N., BIRCH, M.C. SCHMITZ, R.F. y FURNISS, M.M. 1972. Pheromones of *Ips pini* (Coleoptera: Scolytidae): Variation in response among three populations. *Can. Entomol.* **104**: 1917-1923.

LAWRENCE, J.F. y NEWTON, A.F. Jr., 1995. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names). In: *Biology, Phylogeny and Classification of Coleoptera: Papers Celebrating the 80th Birthday of R.A. Crowson* (Pakaluk, J. y Slipinski, S.A. eds.) Muzeum i Instytut Zoologii PAN. Warszawa: 779-1006.

LERAUT, P. 2007. *Insectos de España y de Europa*. Lynx Edicions, Barcelona, 527 pp.

LÓPEZ, S., ROMÓN, P., ITURRONDOBEITIA, J.C. y GOLDARACENA, A. 2007. *Los escolítidos de las coníferas del País Vasco: Guía práctica para su identificación y control*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, 198 pp.

MACLEOD, A., EVANS, H.F. y BAKER, R.H.A. 2002. An analysis of pest risk from an Asian longhorn beetle (*Anoplophora glabripennis*) to hardwood trees in the European community. *Crop Prot.* **21**: 635-645.

MAMIYA, Y. y ENDA, N. 1972. Transmission of *Bursaphelenchus lignicolus* by *Monochamus alternatus*. *Nematologica*. **18**: 159-162.

MAMIYA, Y., KOBAYASHI, T., ZINNO, Y., ENDA, N. y SASAKI, K. 1973. Disease development of pine trees naturally infected with *Bursaphelenchus lignicolus* (Japanese). Trans. 84th Mtg. *Jpn. For. Soc.* 332-334.

MAMIYA, Y. 1983. Pathology of the pine wilt disease caused by *Bursaphelenchus xylophilus*. *Annu. Rev. Phytopathol.* **21**: 201-210.

MAMIYA, Y. 1984. The pine wood nematode. In: *Plant and Insect Nematodes* (Nickle W.R. ed.). Marcel Dekker, New York, EE UU, pp. 589-626.

MARTÍN, A.B., ETXEBESTE, I., PÉREZ, G., ÁLVAREZ, G., SÁNCHEZ, E. y PAJARES, J. 2010. Resumen de las modificaciones de trampas de captura masiva para la exclusión física de enemigos naturales de *Ips sexdentatus*. En: *Gestión sostenible de los escolítidos perforadores de las coníferas* (AGL 2004-07507-C04-04). Programa Nacional de Investigación, MEC. http://www.marm.es/es/biodiversidad/temas/montes-y-politica-forestal/UVA-ResumenTrampas_tcm7-161690.pdf

MAS, H., PÉREZ-LAORGA, E., ROVIRA, J. y PASTOR, C. 2009. Informe sobre la capacidad de vuelo del vector del nematodo del pino (*Monochamus galloprovincialis*) y su captura mediante trampas cebadas con atrayentes feromonales y cairomonales. GENERALITAT VALENCIANA: Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme y Habitatge. Dirección General de Gestión del Medio Natural.

MILLS, N.J. 1983. The natural enemies of scolytids infesting conifer bark in Europe in relation to the biological control of *Dendroctonus* spp. In: *Canada. Biocontr. News Inform.* **4**(4): 305-328.

MILLS, N.J. 1985. Some observations on the role of predation in the natural regulation of *Ips typographus* populations. *Z. Angew. Entomol.* **99**: 209-215.

M.M.A. y SECCIÓN DE DEFENSA FITOSANITARIA DE LA COMUNIDAD DE MADRID. 2009. Ensayo de compuesto cairomonal para *Monochamus galloprovincialis* (Olivier, 1795). M.M.A.: Servicio de Protección de los Montes

contra Agentes Nocivos. http://www.marm.es/es/biodiversidad/temas/montes-y-politica-forestal/nematodo_spcan_tcm7-23869.pdf

MOTA, M., BRAASCH, H., BRAVO, M. A., PENAS, A. C. y BURGERMEISTER, W. 1999. First report of *Bursaphelenchus xylophilus* in Portugal and in Europe. *Nematology*. **1**: 727-734.

MUÑOZ, C., PÉREZ, V., COBOS, P., HERNÁNDEZ, R. y SÁNCHEZ, G. 2003. *Sanidad Forestal: Guía en Imágenes de Plagas, Enfermedades y otros agentes presentes en los bosques*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 575 pp.

PAJARES, J.A., IBEAS, F., DíEZ, J.J. y GALLEGO, D. 2004. Attractive responses by *Monochamus galloprovincialis* (Col., Cerambycidae) to host and bark beetle semiochemicals. *Journal of Applied Entomology*. **128**: 633-638.

PAJARES, J.A., HIDALGO, I., PANDO, V., DíEZ, J.J. y PÉREZ, G. 2008. Efectos de la depredación por adultos y por larvas de *Temnochila coerulea* y sobre la reproducción del escolítido de los pinos *Ips sexdentatus*. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* **26**: 19-26.

PAJARES, J.A., ÁLVAREZ, G., IBEAS, F., GALLEGO, D., SÁNCHEZ, G. y HALL, D. 2009. Feromona sexual y atrayentes para el manejo de *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera: Cerambycidae), vector del nematodo de la madera del pino. 5º Congreso Forestal Español, septiembre 2009, Ávila.

PALMER, M. y PETITPIERRE, E. 1993. Els Coleòpters de Cabrera: Llista faunística; perspectives d'estudi. In: *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera* (Alcover, J.A., Ballesteros, E. y Fornòs, J.J. eds.). CSIC y Moll. *Monografías de la Societat d'Història Natural de les Balears*, **2**: 383-407.

PERRIS, E. 1856. Histoire des métamorphoses de divers insectes. *Mémoires de la Société des Sciences de Liège*. **10**: 233-280.

ROMANYK, N. y CADAHÍA, D. 2001. *Plagas de insectos en las masas forestales*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 336 pp.

RUPPERT, E.E. y BARNES, R.D. 1996. *Zoología de los Invertebrados*. Ed. McGraw-Hill, Madrid, 1114 pp.

SCHROEDER, L.M. 1996. Interactions between the predators *Thanasimus formicarius* (Col.: Cleridae) and *Rhizophagus depressus* (Col.: Rhizophagidae), and the bark beetle *Tomicus piniperda* (Col.: Scolytidae). *Entomophaga*, **41**(1): 63-75.

SCHROEDER, L.M. 1997. Impact of natural enemies on *Tomicus piniperda* offspring production. 204-214 pp. In: *Proceedings: Integrating cultural tactics into the management of bark beetle and reforestation pests* (JC Grégoire, AM

Liebhold, FM Stephen, KR Day y SM Salom eds.) USDA Forest Service General Technical Report NE-236.

SERVILLE, J.G.A. 1832-1835. Nouvelle classification de la famille des Longicornes. *Annales de la Société Entomologique de France*, 1832, 1: 118-201; 1833, 2: 528-573; 1834, 3: 7-110; 1835, 4: 5-100, 197-228.

SHIBATA, E. 1987. Oviposition Schedules, Survivorship Curves, and Mortality Factors within Trees of two Cerambycid Beetles (Coleoptera, Cerambycidae), The Japanese Pine Sawyer, *Monochamus alternates* HOPE, and Sugi Bark Border, *Semanotus japonicus* LACORDAIRE. *Res. Popul. Ecol.* **29**: 347-367.

SIERRA, J.M. y MARTÍN, A.B. 2004. Efectividad de trampas de feromona en la captura masiva de *Ips sexdentatus* Boern. (Coleoptera: Scolytidae), escolítido perforador de los pinos. *Bol. San. Veg. Plagas.* **30**: 745-752.

SMITH, G.A. y HUMBLE, L.M. 2000. *Exotic Forest Pest Advisory: The Brown Spruce Longhorn Beetle*. Canadian Food Inspection Agency, Ottawa, Canada, 4pp.

SOUSA, E., BRAVO, M.A., PIRES, J., NAVES, P., PENAS, A.C., BONIFACIO, L. y MOTA, M.M. 2001. *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda; aphelenchoididae) associated with *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera; Cerambycidae) in Portugal. *Nematology.* **3**: 89-91.

SOUSA, E., y MANSILLA, P. 2008. Nematodo de la madera de pino. *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhner) Nickle et al. Nematoda. Fam. Aphelenchoididae. Dirección General de Gestión Forestal; Servicio de Planificación y Gestión Forestal. Gobierno de Aragón: Departamento de Medio Ambiente. Informaciones Técnicas: **1/2008**.

SOUSA, E., NAVES, P.M. y RODRIGUES, J.M. 2008. Biology of *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera, Cerambycidae) in the Pine Wilt Disease Affected Zone, Southern Portugal. *Silva Lusitana.* **16**(2): 133-148.

STEPHEN, F.M., BERISFORD, C.W., DAHLSTEN, D.L., FENN, P. y MOSER, J.C. 1993. Invertebrate and microbial associates. In: Beetle-pathogen interactions in conifer forests (T.D. Schowalter y G.M. Filip, eds.). *Academic Press*.

TOMICZEK, C. 2008. Biology studies relevant to the vector role of *Monochamus* species for pine Wood nematode. In: *Pine wilt disease: a worldwide threat to forest ecosystems* (Mota, P. y Vieira, P. eds.): 215-220.

TOMMERAS, B.A. 1988. The clerid beetle *Thanasimus formicarius* is attracted to the pheromone of the ambrosia beetle *Trypodendron lineatum*. *Experientia.* **44**: 536-537.

VIVES, E. 1984. Cerambícidos (Coleóptera) de la Península Ibérica y de las Islas Baleares. *Treballs del Museu de Zoologia de Barcelona*, 2: 1-137.

VIVES, E. 2000. Coleoptera, Cerambycidae. In: *Fauna Ibérica*, vol. 12. (Ramos F. et al. eds.) Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, 716 pp.

VIVES, E. 2001. *Atlas fotográfico de los cerambícidos ibero-baleares*. Argania editio, Barcelona, 287 pp.

WESLIEN, J. 1992. The arthropod complex associated with *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae): Species composition, phenology, and impact on bark beetle productivity. *Entomol. Fennica*. **3**: 205-213.

WESLIEN, J. y REGNANDER, J. 1992. The influence of natural enemies on brood production in *Ips typographus* (Col.: Scolytidae) with special reference to egg-laying and predation by *Thanasimus formicarius* (Col.: Cleridae). *Entomophaga*. **37**: 333-342.

WINFIELD, M.J., BLANCHETTE, R.A., NICHOLLS, T.H. y ROBBINS, K. 1982. The pine wood nematode; a comparasion of the situation in the United States and Japan. *Can. J. Forest. Res.* **12**: 71-75.

WINGFIELD, M.J. 1983. Transmission of pine wood nematode to cut timber and girdled trees. *Plant Disease*. **67**: 35-37.

.

.

.

ANEXOS

ANEXO I: DATOS CLIMATOLÓGICOS UTILIZADOS



Estación meteorológica de la Aemet, ubicada en Villarejo del Valle (Ávila).

Foto extraída de:

<http://www.diariodeavila.es/noticia.cfm/Valle%20del%20Ti%C3%A9tar/20111101/lluvias/dejan/mas/300/litros/metro/cuadrado/ultima/semana/villarejo/valle/90F9B7F3-BE06-56F0-65DCA76B601A915E?ar=2>

AÑO	MES	DIA	NOMBRE	ALTITUD	DIF. COTAS (hm)	TMAX
2011	5	1	PUERTO EL PICO	1285	1,45	130,9425
2011	5	2	PUERTO EL PICO	1285	1,45	155,9425
2011	5	3	PUERTO EL PICO	1285	1,45	155,9425
2011	5	4	PUERTO EL PICO	1285	1,45	152,9425
2011	5	5	PUERTO EL PICO	1285	1,45	164,9425
2011	5	6	PUERTO EL PICO	1285	1,45	164,9425
2011	5	7	PUERTO EL PICO	1285	1,45	118,9425
2011	5	8	PUERTO EL PICO	1285	1,45	149,9425
2011	5	9	PUERTO EL PICO	1285	1,45	204,9425
2011	5	10	PUERTO EL PICO	1285	1,45	220,9425
2011	5	11	PUERTO EL PICO	1285	1,45	216,9425
2011	5	12	PUERTO EL PICO	1285	1,45	223,9425
2011	5	13	PUERTO EL PICO	1285	1,45	211,9425
2011	5	14	PUERTO EL PICO	1285	1,45	205,9425
2011	5	15	PUERTO EL PICO	1285	1,45	183
2011	5	16	PUERTO EL PICO	1285	1,45	189,9425
2011	5	17	PUERTO EL PICO	1285	1,45	188,9425
2011	5	18	PUERTO EL PICO	1285	1,45	178,9425
2011	5	19	PUERTO EL PICO	1285	1,45	152,9425
2011	5	20	PUERTO EL PICO	1285	1,45	186,9425
2011	5	21	PUERTO EL PICO	1285	1,45	194,9425
2011	5	22	PUERTO EL PICO	1285	1,45	210,9425
2011	5	23	PUERTO EL PICO	1285	1,45	217,9425
2011	5	24	PUERTO EL PICO	1285	1,45	250,9425
2011	5	25	PUERTO EL PICO	1285	1,45	243,9425
2011	5	26	PUERTO EL PICO	1285	1,45	214,9425
2011	5	27	PUERTO EL PICO	1285	1,45	181,9425
2011	5	28	PUERTO EL PICO	1285	1,45	227
2011	5	29	PUERTO EL	1285	1,45	201,9425

			PICO			
2011	5	30	PUERTO EL PICO	1285	1,45	155,9425
2011	5	31	PUERTO EL PICO	1285	1,45	190,9425
2011	6	1	PUERTO EL PICO	1285	1,45	161,9425
2011	6	2	PUERTO EL PICO	1285	1,45	160,9425
2011	6	3	PUERTO EL PICO	1285	1,45	181,9425
2011	6	4	PUERTO EL PICO	1285	1,45	180,9425
2011	6	5	PUERTO EL PICO	1285	1,45	196,9425
2011	6	6	PUERTO EL PICO	1285	1,45	166,9425
2011	6	7	PUERTO EL PICO	1285	1,45	143,9425
2011	6	8	PUERTO EL PICO	1285	1,45	164,9425
2011	6	9	PUERTO EL PICO	1285	1,45	160,9425
2011	6	10	PUERTO EL PICO	1285	1,45	186,9425
2011	6	11	PUERTO EL PICO	1285	1,45	207
2011	6	12	PUERTO EL PICO	1285	1,45	231,9425
2011	6	13	PUERTO EL PICO	1285	1,45	239,9425
2011	6	14	PUERTO EL PICO	1285	1,45	229,9425
2011	6	15	PUERTO EL PICO	1285	1,45	257,9425
2011	6	16	PUERTO EL PICO	1285	1,45	228,9425
2011	6	17	PUERTO EL PICO	1285	1,45	239,9425
2011	6	18	PUERTO EL PICO	1285	1,45	242,9425
2011	6	19	PUERTO EL PICO	1285	1,45	250,9425
2011	6	20	PUERTO EL PICO	1285	1,45	264,9425
2011	6	21	PUERTO EL PICO	1285	1,45	273,9425
2011	6	22	PUERTO EL PICO	1285	1,45	266,9425
2011	6	23	PUERTO EL PICO	1285	1,45	240,9425
2011	6	24	PUERTO EL PICO	1285	1,45	264,9425
2011	6	25	PUERTO EL PICO	1285	1,45	304
2011	6	26	PUERTO EL PICO	1285	1,45	300,9425
2011	6	27	PUERTO EL PICO	1285	1,45	293,9425
2011	6	28	PUERTO EL PICO	1285	1,45	268,9425

			PICO			
2011	6	29	PUERTO EL PICO	1285	1,45	268,9425
2011	6	30	PUERTO EL PICO	1285	1,45	271,9425
2011	7	1	PUERTO EL PICO	1285	1,45	275,9425
2011	7	2	PUERTO EL PICO	1285	1,45	276,9425
2011	7	3	PUERTO EL PICO	1285	1,45	223,9425
2011	7	4	PUERTO EL PICO	1285	1,45	261,9425
2011	7	5	PUERTO EL PICO	1285	1,45	266,9425
2011	7	6	PUERTO EL PICO	1285	1,45	243,9425
2011	7	7	PUERTO EL PICO	1285	1,45	236,9425
2011	7	8	PUERTO EL PICO	1285	1,45	229,9425
2011	7	9	PUERTO EL PICO	1285	1,45	243
2011	7	10	PUERTO EL PICO	1285	1,45	250,9425
2011	7	11	PUERTO EL PICO	1285	1,45	260,9425
2011	7	12	PUERTO EL PICO	1285	1,45	231,9425
2011	7	13	PUERTO EL PICO	1285	1,45	196,9425
2011	7	14	PUERTO EL PICO	1285	1,45	235,9425
2011	7	15	PUERTO EL PICO	1285	1,45	263,9425
2011	7	16	PUERTO EL PICO	1285	1,45	272,9425
2011	7	17	PUERTO EL PICO	1285	1,45	242,9425
2011	7	18	PUERTO EL PICO	1285	1,45	247,9425
2011	7	19	PUERTO EL PICO	1285	1,45	224,9425
2011	7	20	PUERTO EL PICO	1285	1,45	259,9425
2011	7	21	PUERTO EL PICO	1285	1,45	283,9425
2011	7	22	PUERTO EL PICO	1285	1,45	265,9425
2011	7	23	PUERTO EL PICO	1285	1,45	255
2011	7	24	PUERTO EL PICO	1285	1,45	258,9425
2011	7	25	PUERTO EL PICO	1285	1,45	268,9425
2011	7	26	PUERTO EL PICO	1285	1,45	296,9425
2011	7	27	PUERTO EL PICO	1285	1,45	282,9425
2011	7	28	PUERTO EL PICO	1285	1,45	279,9425

			PICO			
2011	7	29	PUERTO EL PICO	1285	1,45	282,9425
2011	7	30	PUERTO EL PICO	1285	1,45	286,9425
2011	7	31	PUERTO EL PICO	1285	1,45	281,9425
2011	8	1	PUERTO EL PICO	1285	1,45	265,9425
2011	8	2	PUERTO EL PICO	1285	1,45	190,9425
2011	8	3	PUERTO EL PICO	1285	1,45	248,9425
2011	8	4	PUERTO EL PICO	1285	1,45	279,9425
2011	8	5	PUERTO EL PICO	1285	1,45	258,9425
2011	8	6	PUERTO EL PICO	1285	1,45	247
2011	8	7	PUERTO EL PICO	1285	1,45	263,9425
2011	8	8	PUERTO EL PICO	1285	1,45	276,9425
2011	8	9	PUERTO EL PICO	1285	1,45	290,9425
2011	8	10	PUERTO EL PICO	1285	1,45	287,9425
2011	8	11	PUERTO EL PICO	1285	1,45	298,9425
2011	8	12	PUERTO EL PICO	1285	1,45	286,9425
2011	8	13	PUERTO EL PICO	1285	1,45	264,9425
2011	8	14	PUERTO EL PICO	1285	1,45	270,9425
2011	8	15	PUERTO EL PICO	1285	1,45	284,9425
2011	8	16	PUERTO EL PICO	1285	1,45	299,9425
2011	8	17	PUERTO EL PICO	1285	1,45	281,9425
2011	8	18	PUERTO EL PICO	1285	1,45	291,9425
2011	8	19	PUERTO EL PICO	1285	1,45	312,9425
2011	8	20	PUERTO EL PICO	1285	1,45	329
2011	8	21	PUERTO EL PICO	1285	1,45	253,9425
2011	8	22	PUERTO EL PICO	1285	1,45	210,9425
2011	8	23	PUERTO EL PICO	1285	1,45	239,9425
2011	8	24	PUERTO EL PICO	1285	1,45	258,9425
2011	8	25	PUERTO EL PICO	1285	1,45	234,9425
2011	8	26	PUERTO EL PICO	1285	1,45	199,9425
2011	8	27	PUERTO EL PICO	1285	1,45	228,9425

			PICO			
2011	8	28	PUERTO EL PICO	1285	1,45	252,9425
2011	8	29	PUERTO EL PICO	1285	1,45	246,9425
2011	8	30	PUERTO EL PICO	1285	1,45	239,9425
2011	8	31	PUERTO EL PICO	1285	1,45	169,9425
2011	9	1	PUERTO EL PICO	1285	1,45	187,9425
2011	9	2	PUERTO EL PICO	1285	1,45	181,9425
2011	9	3	PUERTO EL PICO	1285	1,45	190,9425
2011	9	4	PUERTO EL PICO	1285	1,45	203
2011	9	5	PUERTO EL PICO	1285	1,45	240,9425
2011	9	6	PUERTO EL PICO	1285	1,45	252,9425
2011	9	7	PUERTO EL PICO	1285	1,45	271,9425
2011	9	8	PUERTO EL PICO	1285	1,45	276,9425
2011	9	9	PUERTO EL PICO	1285	1,45	278,9425
2011	9	10	PUERTO EL PICO	1285	1,45	243,9425
2011	9	11	PUERTO EL PICO	1285	1,45	257,9425
2011	9	12	PUERTO EL PICO	1285	1,45	268,9425
2011	9	13	PUERTO EL PICO	1285	1,45	284,9425
2011	9	14	PUERTO EL PICO	1285	1,45	277,9425
2011	9	15	PUERTO EL PICO	1285	1,45	267,9425
2011	9	16	PUERTO EL PICO	1285	1,45	249,9425
2011	9	17	PUERTO EL PICO	1285	1,45	239
2011	9	18	PUERTO EL PICO	1285	1,45	202,9425
2011	9	19	PUERTO EL PICO	1285	1,45	221,9425
2011	9	20	PUERTO EL PICO	1285	1,45	246,9425
2011	9	21	PUERTO EL PICO	1285	1,45	237,9425
2011	9	22	PUERTO EL PICO	1285	1,45	240,9425
2011	9	23	PUERTO EL PICO	1285	1,45	220,9425
2011	9	24	PUERTO EL PICO	1285	1,45	189,9425
2011	9	25	PUERTO EL PICO	1285	1,45	222,9425
2011	9	26	PUERTO EL PICO	1285	1,45	245,9425

			PICO			
2011	9	27	PUERTO EL PICO	1285	1,45	245,9425
2011	9	28	PUERTO EL PICO	1285	1,45	240,9425
2011	9	29	PUERTO EL PICO	1285	1,45	225,9425
2011	9	30	PUERTO EL PICO	1285	1,45	223,9425
2011	10	1	PUERTO EL PICO	1285	1,45	212
2011	10	2	PUERTO EL PICO	1285	1,45	220,9425
2011	10	3	PUERTO EL PICO	1285	1,45	249,9425
2011	10	4	PUERTO EL PICO	1285	1,45	256,9425
2011	10	5	PUERTO EL PICO	1285	1,45	255,9425
2011	10	6	PUERTO EL PICO	1285	1,45	266,9425
2011	10	7	PUERTO EL PICO	1285	1,45	183,9425
2011	10	8	PUERTO EL PICO	1285	1,45	180,9425
2011	10	9	PUERTO EL PICO	1285	1,45	214,9425
2011	10	10	PUERTO EL PICO	1285	1,45	234,9425
2011	10	11	PUERTO EL PICO	1285	1,45	251,9425
2011	10	12	PUERTO EL PICO	1285	1,45	254,9425
2011	10	13	PUERTO EL PICO	1285	1,45	269,9425
2011	10	14	PUERTO EL PICO	1285	1,45	257,9425
2011	10	15	PUERTO EL PICO	1285	1,45	222
2011	10	16	PUERTO EL PICO	1285	1,45	215,9425
2011	10	17	PUERTO EL PICO	1285	1,45	219,9425
2011	10	18	PUERTO EL PICO	1285	1,45	216,9425
2011	10	19	PUERTO EL PICO	1285	1,45	208,9425
2011	10	20	PUERTO EL PICO	1285	1,45	183,9425
2011	10	21	PUERTO EL PICO	1285	1,45	166,9425
2011	10	22	PUERTO EL PICO	1285	1,45	160,9425
2011	10	23	PUERTO EL PICO	1285	1,45	95,9425
2011	10	24	PUERTO EL PICO	1285	1,45	137,9425
2011	10	25	PUERTO EL PICO	1285	1,45	69,9425
2011	10	26	PUERTO EL PICO	1285	1,45	78,9425

			PICO			
2011	10	27	PUERTO EL PICO	1285	1,45	104,9425
2011	10	28	PUERTO EL PICO	1285	1,45	138,9425
2011	10	29	PUERTO EL PICO	1285	1,45	169
2011	10	30	PUERTO EL PICO	1285	1,45	160,9425
2011	10	31	PUERTO EL PICO	1285	1,45	137,9425
2011	11	1	PUERTO EL PICO	1285	1,45	107,9425
2011	11	2	PUERTO EL PICO	1285	1,45	102,9425
2011	11	4	PUERTO EL PICO	1285	1,45	51,9425
2011	11	5	PUERTO EL PICO	1285	1,45	80,9425
2011	11	6	PUERTO EL PICO	1285	1,45	92,9425
2011	11	7	PUERTO EL PICO	1285	1,45	140,9425
2011	11	8	PUERTO EL PICO	1285	1,45	93,9425
2011	11	9	PUERTO EL PICO	1285	1,45	94,9425
2011	11	10	PUERTO EL PICO	1285	1,45	101,9425
2011	11	11	PUERTO EL PICO	1285	1,45	107,9425
2011	11	12	PUERTO EL PICO	1285	1,45	168,9425
2011	11	13	PUERTO EL PICO	1285	1,45	141,9425
2011	11	14	PUERTO EL PICO	1285	1,45	100,9425
2011	11	15	PUERTO EL PICO	1285	1,45	61,9425

(*) Datos corregidos en función de la diferencia de cotas entre la estación meteorológica (1285m) y la zona de estudio ($H_{media} = 1140$ m), según la expresión: $T(A.E.) = T(O.M.) \pm (0,65 \text{ } ^\circ\text{C/hm} * (\text{dif. cotas(hm)}))$.

(**) Temperaturas en decimas de $^\circ\text{C}$, se resaltan los días de revisión de las trampas.

ANEXO II: CORTAS FORZOSAS DEBIDO AL INCENDIO DE 2009 EN LOS MONTES DE EL ARENAL



Trozas de madera procedentes de fustes de *Pinus pinaster* quemados (El Arenal, 2011).
Fotografía de Javier Muñoz Saldaña

MONTE	LOTE	CLASE DE CORTA	SITIO	CUBICACION			TASACION	
				Especie	Nº de Pies	m.c.	Precio m.c.	Valor Base
2	1º	Forzoso / Inaplazable / Regeneración	Cuartel C, Tramo IV, Rodal 21	P.Pr.	3.063	1.881	12,00 €	22.572,00 €
2	2º	Forzoso / Inaplazable / Regeneración	Cuartel C, Tramo II y IV, Rodal 19 y 20	P.Pr.	6.405	6.527	12,00 €	78.319,08 €
2	3º	Forzoso / Inaplazable / Regeneración	Cuartel C, Tramo I y II, Rodal 16,17 y 18	P.Pr.	2.203	1.981	8,50 €	16.836,38 €
	4º	Forzoso / Inaplazable / Regeneración	Cuartel C, Tramo II, Rodal 22 y 31	P.Pr.	4.529	5.544	12,00 €	66.528,00 €
2	5º	Forzoso / Inaplazable / Regeneración	Cuartel C, Tramo II y III, Rodal 23 y 30	P.Pr.	8.143	7.104	6,05 €	43.000,00 €
2	6º	Forzoso / Inaplazable / Regeneración	Cuartel C, Tramo III y IV, Rodal 29 y 24	P.Pr.	6.637	6.262	5,19 €	32.500,00 €
2	7º	Forzoso / Inaplazable / Regeneración	Cuartel C, Rodal 25 y 26	P.Pr.	4.392	3.638	7,80 €	28.380,00 €

(*) Datos facilitados por la Delegación de la Junta de Castilla y León en Ávila.